

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ
UNIVERZITA OSTRAVA
HORNICKO-GEOLOGICKÁ FAKULTA
Katedra environmentálního inženýrství**

**NÁVRH ODKANALIZOVÁNÍ OBCE DOBROSLAVICE
THE SEWER SYSTEM PROPOSAL IN VILLAGE
DOBROSLAVICE**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor:

Vedoucí diplomové práce:

Bc. Jakub Lopušný

Ing. Tomáš Dvorský, Ph.D.

Ostrava 2020

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Katedra environmentálního inženýrství

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jakub Lopusný**
Studijní program: N2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 2102T006 Technologie a hospodaření s vodou
Téma: **Návrh odkanalizování obce Dobroslavice**
The Sewer System proposal in Village Dobroslavice
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod,
2. Popis stávajícího stavu,
3. Teoretické principy řešení dané problematiky,
4. Návrh variant řešení, výběr a rozpracování vhodné varianty,
5. Odhad ekonomických nákladů rozpracované varianty řešení,
6. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

HLAVÍNEK, P., MIČÍN, J., PRAX, P. Příručka stokování a čištění. Brno: NOEL 2000 s.r.o., ISBN 80-86020-30-4.
PYTL, V. a kolektiv. Příručka provozovatele čistírny odpadních vod. Libeznice: Medim, spol. s r.o., 2012. ISBN 978-80-87140-26-0.
NYPL, V., SYNÁČKOVÁ, M. Zdravotně inženýrské stavby 30: stokování. Praha: ČVUT, 1998. ISBN 80-01-01729-X.
ČSN 75 6101. Stokové sítě a kanalizační přípojky. Praha: Český normalizační institut, 2008.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Tomáš Dvorský, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2019
Datum odevzdání: 30.04.2020



doc. Ing. Silvie Heviánková, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení autora diplomové práce

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu. Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informativním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že diplomová práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 25.5.2020

Bc. Jakub Lopušný



Anotace

V této práci je popsáno navržení odkanalizování obce Dobroslavice. Součástí návrhu je výběr z několika možných variant řešení. Nejvhodnější varianta je zhodnocena a rozpracována v několika technických výkresech. Vybraná varianta spočívá v rekonstrukci části stávající kanalizace, vybudování nových čerpacích stanic spolu s tlakovým potrubím a navržení nové kanalizace se zaústěním do čistírny odpadních vod. V závěru práce jsou odhadnuty finanční náklady tohoto návrhu.

Klíčová slova: Kanalizace, návrh, tlaková kanalizace, čistírna odpadních vod, čerpací stanice

Summary

This work describes the design of sewerage in the village Dobroslavice. Part of the design is a choice of several possible solutions. The most suitable variant is evaluated and elaborated in several technical drawings. The selected variant consists in the reconstruction of a part of the existing sewerage system, the construction of new pumping stations together with the pressure pipeline and the design of a new sewerage system with an outlet to the wastewater treatment plant. The financial cost of this proposal is estimated at the end of this thesis.

Keywords: Sewerage, proposal, wastewater treatment plant, pressure pipeline, pump station

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval panu Ing. Tomáši Dvorskému, Ph.D. za vedení při psaní této diplomové práce a také panu doc. Ing. Vojtěchu Václavíkovi, Ph.D., za poskytnutí potřebných informací, ochotu a čas, který mi věnoval.

Obsah

1	ÚVOD	8
1.1	Historie a vývoj městského odvodnění.....	9
2	POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU.....	12
2.1	Obec Dobroslavice	12
2.2	Vodní poměry	13
2.3	Hydrogeologické poměry	13
2.4	Klimatické poměry	14
2.5	Fauna a flóra	14
2.6	Popis problému.....	15
3	TEORETICKÉ PRINCIPY ŘEŠENÍ DANÉ PROBLEMATIKY.....	17
3.1	Účel odvodňování staveb	17
3.2	Klasická koncepce odvodnění	18
3.3	Moderní koncepce odvodnění	18
3.3.1	Emisní strategie.....	19
3.3.2	Imisní strategie.....	20
3.4	Stokové soustavy	20
3.4.1	Jednotná stoková soustava	21
3.4.2	Oddílná stoková soustava	22
3.4.3	Modifikovaná stoková soustava.....	23
3.5	Systémy uspořádání gravitačních stokových sítí.....	24
3.5.1	Radiální systém.....	25
3.5.2	Větevový systém.....	25
3.5.3	Úchytný systém.....	25
3.5.4	Pásmový systém.....	26
3.6	Způsoby dopravy odpadních vod	26
3.6.1	Tlaková kanalizace	28
3.7	Kanalizační šachty	31
3.8	Spádiště.....	33
3.9	Kanalizační přípojky	34
3.10	Čerpací stanice.....	34
3.11	Čistírna odpadních vod (ČOV).....	35

4	NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ, VÝBĚR A ROZPRACOVÁNÍ VHODNÉ VARIANTY	36
4.1	Varianta A	36
4.2	Varianta B.....	37
4.3	Varianta C.....	38
4.4	Výběr vhodné varianty	39
4.5	Rozpracování varianty A	39
4.5.1	Podélné profily.....	41
4.5.2	Čerpací stanice.....	44
4.5.3	Kanalizační šachty	47
4.5.4	Spádišťové šachty	48
4.5.5	Domovní přípojky	49
4.5.6	ČOV	49
4.5.7	Hydrotechnické výpočty	50
4.6	Tabulkové shrnutí zvolené varianty A	61
5	ODHAD EKONOMICKÝCH NÁKLADŮ ROZPRACOVANÉ VARIANTY ŘEŠENÍ.....	64
5.1	Rozpočet.....	64
6	ZÁVĚR.....	66
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		
SEZNAM ZKRATEK		
SEZNAM OBRÁZKŮ		
SEZNAM TABULEK		
SEZNAM PŘÍLOH		

1 ÚVOD

Cílem této práce je navržení, zvolení a následné rozpracování nejvhodnější varianty odkanalizování obce Dobroslavice.

Diplomová práce je rozdělena do pěti kapitol, přičemž první představuje úvod a poslední závěr. Obsahem druhé kapitoly jsou geografické poměry a stručná historie obce. Následně jsou popsány hydrogeologické, klimatické a vodní poměry, fauna a flóra. Závěr kapitoly je zaměřen na stávající stav kanalizace v obci.

Třetí kapitola je zaměřena na teoretické principy nakládání s odpadními vodami v obcích a městech. Jsou zde vymezeny učebnicové příklady stokových soustav, systémy uspořádání gravitačních stokových sítí, způsoby dopravy odpadních vod, kanalizační šachty, spádiště, kanalizační přípojky, čerpací stanice a v neposlední řadě čistírna odpadních vod.

Čtvrtá kapitola je věnována možným návrhům řešení odkanalizování obce Dobroslavice. Na základě zvolených kritérií je vybrána nejvhodnější varianta, která je zpracována ve výpočtové a ve výkresové části práce. V závěru kapitoly je proveden odhad ekonomických nákladů nejvhodnější varianty řešení.

1.1 Historie a vývoj městského odvodnění

Již před 5000 lety byly v pákistánské provincii Sindh doloženy důkazy o existenci vysoce rozvinuté městské kultury, která nakládala s odpadními vodami. Disponovala stokami, které byly provedeny z pálených cihel a dále usazovacími nádržemi, které bylo možné vyvážet. Zbytky vodovodních potrubí lze nalézt ve všech větších antických městech. V Athénách, Olympii, Samosu, Milétu a Alexandrii byly také vybudovány odvodňovací systémy. Théby byly považovány za nejčistší město starověkého Řecka.[1]

V dobách babylónsko-asyrské kultury a starověkých států okolo Středozemního moře již nebyly produkovány pouze organické odpady. V té době metalurgie využívala anorganické materiály jako byla síra, arzén, magnesium a olovo. Tyto odpady se samozřejmě nedostávaly nikam jinam než do řek. Historici zaznamenali snížení porodnosti v římské Empirii, kterou zapříčinilo olověné potrubí v akvaduktech a použití nádob na pitnou vodu vyrobených taktéž z olova. [1]

Městem vody byl označován starověký Řím. Přes 19 akvaduktů, 590 fontán a 700 bazénů protékalo denně obrovské množství čisté vody, a to neuvěřitelných 992 miliónů až 1,3 miliard litrů. Obdobně bylo zásobováno vodou dalších 40 antických měst. Dnešní Kolín, tehdejší římská kolonie Ara Agrippinesis, odebíral 30 miliónů litrů vody denně z regionu Urft pro svých 300 tisíc obyvatel. Jednalo se o vodovodní přivaděče s celkovou délkou 105 km a s výškovým převýšením 400 m. Ve Španělsku se dodnes nachází a je v provozu 823 m dlouhý a 36 m vysoký segovijský akvadukt.[1]

Součástí každodenního života římských legií bylo koupání, přičemž ani vlhká a studená Germánie nebyla výjimkou. Na prvním místě byla vždy čistota. Podle nařízení Caesara musel každý legionář vypít litr vína denně, aby se zabránilo používání nečisté vody. Toto pravidlo dokonce uplatnil také Napoleon na svých taženích o 1800 let později. Dokonce císař Nero, vládoucí Římu v letech 54 – 68, pil jen převařenou vodu. [1]

Římští specialisté budovali vodohospodářské systémy tak komplexní, že je to pro dnešní inženýry nepředstavitelné. Největší římská stoka starověku Cloaca Maxima nesla jméno Venuše. Byla vybudována a trasována již v 6. století př. n. l. středem starověké metropole. Svými rozměry by umožnila projetí plně naloženého vozu sena. Její zbytky se zachovaly dodnes. Podle dnešních expertů na odpadní vody měla, ale nedostatečný sklon a chybějící žumpy jak ve městě, tak na přítocích do stok. [1]

V období středověku byl koncept hygieny, jak byl znám ve starověkém Římě, zapomenut. Lidské a zvířecí exkrementy byly ukládány vedle domů. Ve všech velkých evropských městech byly žumpy umístěny hned vedle fontán, ze kterých se odebírala voda. Situaci zhoršilo také zřizování hřbitovů v centrech měst a způsoby pohřbívání. Kremace, která představovala hygieničtější formu pohřbívání, byla nahrazena křesťanskými pohřby, kdy zemřelí již nebyli pohřbíváni žehem, ale přímo do země. Teprve v roce 1785 se v Paříži začaly uzavírat hřbitovy v centru města. O 35 let později byly v roce 1820 zaplněny nepoužívané prázdné vápencové prostory milióny lebek z různých hřbitovů, a to konkrétně pod kopci Monparnass, Montrouge a Montsouris. [1]

Za vlády Ludvíka XI. v Paříži šlechta používala jako toaletu trůny, které byly přenášeny z místnosti do místnosti jejich sluhy. Vzhledem k přejídání a nedostatku pohybu sezení trvalo i celé hodiny. Šlechtici či dvorní seděli uprostřed místnosti a nechali se bavit nebo diktovali poštu písařům. V 18. století prázdnily služebné své kbelíky přímo z okna. V Paříži, která s 500 tisíci obyvateli byla největší v Evropě, byla situace tak vážná, že dokonce Akademie věd začala hledat řešení. Už v roce 1790 válečný hygienik Jordán doporučil čištění vody přes velké pískové filtry.[1]

Vybudování kanalizačního systému bylo pak v Paříži spojeno se jménem inženýra Eugena Belgranda. Výstavba začala v polovině 19. století pod vedením Napoléona III. Nyní je dlouhá 2100 km a ústí do největší biologické čistírny v Evropě. Paříž dnes produkuje 2,1 mil. m³ odpadních vod za den. [1]

Splachovací záchod byl objeven v Anglii v roce 1775. Na kontinentu byl poprvé použit v Hamburku v roce 1840. [2]

Z historie čištění odpadních vod je známo, že první pokus čistit vodu přes pískovou filtraci byl proveden v roce 1752. Bohužel až do počátku 19. století zůstala tato filtrace na úrovni experimentu. Až rok 1806 přinesl zprovoznění filtrační galerie přes písek a štěrky s předřazeným usazováním. Tento koncept byl následně vylepšen na pomalou filtraci. [1]

V letech 1818 – 1828 bylo v Praze vybudováno prvních 44 km stokové sítě. Rok 1865 pak přinesl vznik úřadu spravujícího pražskou kanalizaci a rok 1876 vznik Komitétu pro řešení kanalizačních otázek. [1]

Dnes patří Temže k nejčistším řekám v Evropě. V 19. století tomu tak nebylo. V tomto období byla považována za nejvíce znečištěnou řeku. Až rok 1859 donutil parlament vybudovat čistírnu odpadních vod. [2]

Teprve založení Royal Commission on Sewage Disposal v roce 1898 bylo považováno za zlom v čistírenských technologiích. Bylo zkoumáno poznání faktorů ovlivňujících kvalitu vody v recipientech i vývoj a ověřování čistírenských postupů. Stanovení dnešního BSK₅ je například výsledkem tehdejší doporučené metody pro hodnocení organického znečištění recipientu z roku 1908 současně s různými modifikacemi biofiltrů. Nutné bylo i přijetí královských standardů pro vypouštění odpadních vod tj. NL. 30 mg/l a BSK₅ 20 mg/l v roce 1902. Tyto poznatky se dnes využívají v legislativě většiny států. [1]

2 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU

Obsahem této kapitoly je nastínění stávajícího stavu kanalizace v obci Dobroslavice. V první části kapitoly jsou uvedeny geografické poměry a stručná historie obce. Následně jsou popsány hydrogeologické, klimatické a vodní poměry, fauna a flóra. V závěru kapitoly je popsán stávající stav kanalizace v obci.

2.1 Obec Dobroslavice

Obec Dobroslavice (obr. 1) se nachází 5 kilometrů jihozápadně od Hlučína. Na severu sousedí s vesnicí Jilešovice, na východě s Děhylovem, na jihu s Plesnou, jihozápadně s obcí Velká Polom a na severozápadu s Hájem ve Slezsku. Dobroslavicemi protéká řeka Opava, Děhylovský potok a Plesenský potok. V katastru obce se nachází Poštovní rybník, dnes už přírodní rezervace, Komorový rybník a část Hlučínského jezera, které vzniklo v důsledku těžby šterku. Nejvyšším bodem Dobroslavic je vrchol Kobylí kopec s nadmořskou výškou 347 m, který se nachází západně od obce. Za známější vrchol je považován kopec Končina s 340 m n. m. v jižní části obce. Nejnižší část obce se nachází v blízkosti Opavy v oblasti Rybárna. [3]

O obci Dobroslavice se objevila písemná zpráva již v roce 1377, kdy při dělení opavského knížectví náležely Dobroslavice k hraběnskému zboží Jindřicha z Bítova. Později se obec stala samostatným statkem, kterou drželi Falklové z Čechendorfu od roku 1424 do počátku 16. století. Ti zde postavili tvrz. Albrecht z Vrbna tuto tvrz poté v roce 1577 přestavěl na renesanční zámek. V roce 1743 vznikla v Dobroslavicích samostatná poštovní stanice umístěná v hospodářských prostorách zámku. U zámku se rozprostírala rozsáhlá zahrada se dvěma zděnými letohrádky a altánkem a stájem pro koně. Nad Děhylovským potokem byl vystavěn kamenný most a za ním pak pokračoval ovocný sad. [3]

Obec byla od roku 1976 součástí města Hlučína. K jejímu opětovnému osamostatnění došlo v roce 1992. V roce 1924 byla do obce přivedena elektřina a v roce 1928 vybudován veřejný vodovod. V pozdějších letech také kanalizace. [3]

V současnosti má obec okolo 760 obyvatel. Poblíž řeky Opavy se nachází chatová osada zvaná Rybárka, kde je 55 rekreačních objektů a chat. V katastru Dobroslavic se

nachází také Hlučínské jezero, které v létě slouží jako přírodní koupaliště a téměř po celý rok se zde rybaří. Zámecký park byl revitalizován v letech 2002 – 2003. [3]



Obr. 1 Letecký snímek obce Dobroslavice [4]

2.2 Vodní poměry

Vodní plochu představuje v katastru obce Hlučínské jezero v délce 1,2 km, které vzniklo po těžbě štěrkopísku. Toto jezero přechází do katastru města Hlučína a obce Koznice. Dnes se využívá k rekreaci, vodním sportům a rybolovu. Dále se zde nachází bývalý Poštovní rybník, který dnes slouží jako ptačí rezervace. Tento rybník původně vznikl z meandrujícího ramene řeky Opavy, ze kterého byl odtěžen štěrk za účelem úpravy koryta toku. [5]

Obec má také značné zásoby spodní vody, které čerpá ze studny u hasičárny, u kaple, v areálu základní školy, vedle domu p. Vlácilů, u vodárny v parku a u domu p. Bochánků. [5]

2.3 Hydrogeologické poměry

Obec se nachází z pohledu hydrogeologického rajónování ve skupině rajónu sedimenty moravskoslezského devonu a spodního karbonu, konkrétně v rajónu 6611 Kulm Nízkého Jeseníku v povodí Odry. [6]

Tento rajón má rozlohu 2 866,36 km² a je tvořen převážně horninami krystalinika, proterozoika a paleozoika s volnou hladinou podzemní vody a s puklinovým typem propustnosti. [6]

Podzemní voda byla podle vrtů nalezena pouze u archivního hydrogeologického vrtu LV – 1 a vrtu V – 6 v jihozápadní části obce. Zde byla hladina podzemní vody naražena v hloubce 2,8 m pod terénem a ustálila se po hodině v úrovni 1,9 m pod terénem. Směr proudění podzemní vody je předpokládán jako směrově vázaný na sklon povrchu terénu k místnímu toku. [6]

Obec Dobroslavice se nachází mimo záplavové území uvedených vodních toků a vodního toku řeky Opavy. Západní část obce je odvodňována bezejmenným potokem levobřežním přítokem Plesenského potoka, jehož správcem je povodí Odry. Severní část obce je odvodňována do stávajícího přítoku HOZ a jihovýchodní část je odvodněna do Děhylovského potoka. [6]

2.4 Klimatické poměry

Podnebí opavského okresu, pod který spadá i obec Dobroslavice, je dáno zeměpisnou polohou. Obec je otevřena baltickému klimatu, ale je také ovlivněna podnebím kontinentálním. [7]

Počasí se vyznačuje mírnějším létem, teplým podzimem a dostatečnými srážkami. Dešťové srážky jsou na území okresu rozděleny nepravidelně. Nejmenší úhrn srážek lze zaznamenat na územích v dešťovém stínu Hrubého Jeseníku, v místě obcí Holasovice, Loděnice a Neplachovice. [7]

2.5 Fauna a flóra

V okolí vodních ploch se vyskytuje čejka chocholátá, která patří k nejrychleji mizejícímu ptačímu druhu. Jako další se zde vyskytuje ohrožená rosnička. Na území obce se volně pohybuje strnad zahradní. [5]

V zámeckém parku roste borovice vejmutovka, platan jasanolistý a lilie zlatohlavá. Okolí obce je tvořeno smíšenými a jehličnatými lesy. Tyto lesy tvoří javor, habr, buk, modřín, borovice, bříza, olše, akát, smrk, jedle a jilmové porosty. Centrum města bylo vysázeno v anglickém stylu a to krásnými stromy dubů, lip, javorů a buků. [5]

2.6 Popis problému

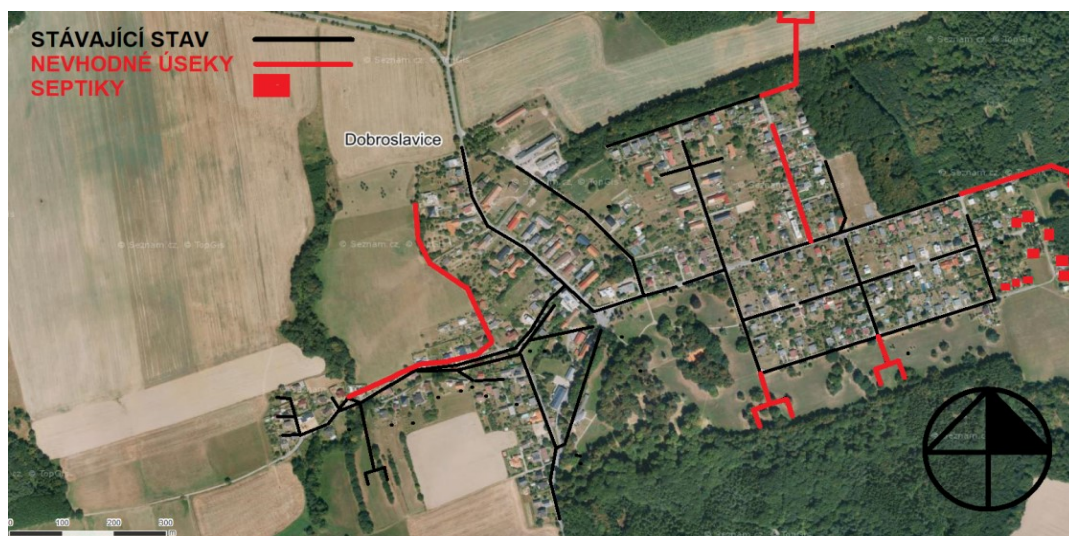
Území obce je zastavěno převážně rodinnými domy se zahradami. Stávající jednotná kanalizace (obr. 2) odvádí dešťové vody a odpadní vody od jednotlivých objektů a vody ze zpevněných ploch do stávajících vodotečí, které ústí jihozápadně do bezejmenného přítoku Plesenského potoka, severovýchodně do stávajícího přítoku HOZ a jihovýchodně do Děhylovského potoka. Vodní toky jsou následně zaústěny do vodního toku Opavy. V jihovýchodní části obce v ulici Na výsluní nejsou obyvatelé rodinných domů napojení na kanalizaci a využívají tak ke shromažďování splašků bezodtokové jímky, které je nutno pravidelně vyvážet.[7]

Vzhledem ke svému stáří je stoková síť tvořena převážně betonovými trubami z DN 300 – 700. V některých místech obce byla tato síť nevhodně vybudována, což potvrzuje skutečnost, že nejsou zajištěny patřičné sklony a průtoková rychlost charakteristická pro jednotnou gravitační stokovou síť. Kladení trub na volno bez patřičného podsypu negativně ovlivnilo spoje jednotlivých trub. To zapříčiňuje především jejich netěsnost a následné úniky odpadních vod a naopak průnik balastních vod do potrubí. [7]

Mezi poškozené úseky stokové sítě patří v severovýchodní části obce ulice 27. dubna, kde byly pomocí kamerových průzkumů zjištěny netěsnosti spojů. V ulici Na výsluní byly zjištěny průsaky balastních vod, netěsné spoje a směrové odchylky kanalizačních trub.

V severozápadní části obce se vyskytly obdobné problémy. V ulici Pod školou byly poškozené i kanalizační šachty. V ulici Osvobození se nachází dvě kanalizační stoky umístěné těsně vedle sebe a obě v nevyhovujícím stavu díky prorůstajícím kořenům, netěsným spojům a místy i prasklinám na vnitřní straně stěn kanalizačních trub.

Vzhledem k předpokládanému přírůstku obyvatel v obci, vhodnému a klidnému místu k životu, je nutné poškozené a nevhodné úseky stávající stokové soustavy opravit a vytvořit tak kanalizační síť, která bude zakončena čistírnou odpadních vod.



Obr.2 Letecký snímek obce Dobroslavice s vyznačením stávajícího stavu kanalizace spolu s nevhodnými úseky [8]

3 TEORETICKÉ PRINCIPY ŘEŠENÍ DANÉ PROBLEMATIKY

V této kapitole jsou popsány teoretické principy nakládání s odpadními vodami v obcích a městech. Jsou zde uvedeny učebnicové příklady stokových soustav, systémy uspořádání gravitačních stokových sítí, způsoby dopravy odpadních vod, kanalizační šachty, spádiště, kanalizační přípojky, čerpací stanice a v neposlední řadě čistírna odpadních vod.

3.1 Účel odvodňování staveb

Součástí uznávaných hodnot dnešní společnosti v 21. století je kvalita životního prostředí. Jako reprezentativní vizitkou je společností chápán právě rozvoj urbanizovaných území a života v nich skrze navrhovaný cílový stav odvodňovacích systémů. Projekty a realizace městských odvodnění se řadí mezi nejdražší a nejsložitější stavby městské infrastruktury. Při jejich návrhu se dbá na hospodárny návrh, životnost, vědecký výzkum, rozvoj průmyslu, civilní a komerční zástavby a v neposlední řadě i na příslušnou legislativu. Návrhy těchto odvodňovacích systémů se zabývá vědecko – technický obor „Stokování“. [9] [53]

Pojem městské odvodňovací systémy lze chápat jako zdravotně – technická zařízení hygienicky dopravující tekuté odpadní produkty podle požadavků bezpečného hydrologického režimu povrchových a podzemních vod a zároveň neohrožující životy a majetek obyvatel v zájmovém území. Mimo to je tímto také zabezpečeno zabránění vypouštění odváděných vod ze zájmového území, které překračují limitní koncentrace fyzikálních, chemických a biologických parametrů ohrožujících kvalitu přírodních vod. [9]

V dnešní době narůstá potřeba rekonstrukce kanalizačních systémů ve velkých městech, a to z důvodu stárí a limitované schopnosti hygienicky a hydraulicky bezpečně transportovat požadované množství produkovaných odpadních vod. Vlivem rozšiřování ploch s malou infiltrační a evapotranspirační schopností v urbanizovaných povodích neustále roste množství dešťových odpadních vod. Z tohoto důvodu je podporován rozvoj nových přístupů k posuzování velkých stokových systémů s podporou výpočetní techniky. S tím souvisí nutná teoretická i praktická zkušenost v oboru a podrobné vstupní údaje o řešené oblasti. Archivace v digitálních databázích, trvalé doplňování údajů o technickém stavu potrubí a objektů stokové sítě je tak nezbytnou součástí. [9]

3.2 Klasická koncepce odvodnění

Cílem klasické koncepce odvodnění je úplné napojení a co nejrychlejší odvedení veškerých odpadních vod z městského odvodnění. Při realizaci je nutno zamezit ohrožení obyvatelstva a jeho majetku a zabránit negativnímu ovlivnění podzemních a povrchových vod. Veškeré vody, které musí být jakýmkoliv způsobem odvedeny ze zájmového území, chápeme jako odpadní vody. Patří k nim splaškové vody z domácností, odpadní vody z průmyslu, dešťový odtok, tající sníh, drenážní voda, přepady z vodojemů do kanalizace a napojené podzemní a povrchové vody. [10]

Hlavním cílem této koncepce je tedy co nejrychleji odvést veškerou vodu z městského povodí, tak aby nezpůsobovala hydraulické problémy na urbanizovaném území. Pomocí této koncepce byla vybudována většina kanalizací. [10]

Za jistých okolností se může toto odvodňovací zařízení považovat za závažný zásah do vodohospodářského a ekologického režimu území. Důsledky urbanizace na životní prostředí může totiž zhoršit, jelikož zabraňuje vodě putovat přirozenou cestou v povodí a vrací ji nárazově v několika místech recipientu v jiných kvantitativních a kvalitativních hodnotách. Jedná se o vody z přepadů vodojemů, úniky z vodovodních řadů a o průsaky podzemních vod. [10]

Lze tedy říci, že se klasická koncepce zaměřuje pouze na návrh jmenovité světlosti potrubní stokové sítě, využívá jednoduché výpočtové metody, zjednodušenou formou jsou řešeny objemové úlohy a nejsou zohledněny ekologické dopady systému na životní prostředí. [10]

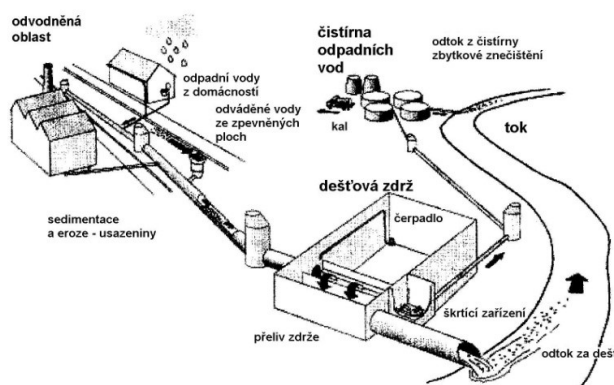
3.3 Moderní koncepce odvodnění

Moderní koncepce odvodnění řeší komplexní posouzení vlivu urbanizace na životní prostředí, zejména na povrchové a podzemní vody. Systém městského odvodnění je chápán jako integrovaný systém (obr 3). Posuzuje pak vliv na hydraulické, chemicko – dialogické procesy v recipientu a další hydrologické činitele vodního hospodářství na urbanizovaném území. Integrovaný kanalizační systém se dělí na tři nejdůležitější komponenty:

- ❖ stoková síť,
- ❖ čistírna odpadních vod,

❖ recipient.

Tyto prvky jsou navrhovány a provozovány odděleně, přičemž větší pozornost je věnována stokové síti a čistírně odpadních vod. Postupuje se tak, že návrh a provoz jednotlivých částí zohledňuje a hodnotí vzájemné vazby a ovlivnění dílčích prvků systémů. Prvním krokem je vymezení cílového stavu, který má být v recipientu dosažen po ukončení zkušebního provozu zařízení a předání kanalizace do trvalého užívání. Emisní a imisní strategie pak slouží k řešení základních principů moderní koncepce odvodnění. [11]



Obr. 3 Integrovaný systém odvodnění urbanizovaného území [12]

3.3.1 Emisní strategie

Emisní strategie slouží k stanovení jednotlivých limitů pro vypouštění vod z výústí stokového systému a čistírny odpadních vod podle geopolitické příslušnosti bez ohledu na stav recipientu. Mezi tyto sledované limitní hodnoty patří například BSK₅. [13]

V České republice je emisní strategie uplatňována poměrně dlouhou dobu a v průběhu jejího prosazování velmi úspěšně. Zejména díky své jednoduchosti napomohla k realizaci mnoha projektů a celkovému zlepšení stavu životního prostředí. Jednak usnadňuje definování požadavků na odvodňovací systém a zadání cíle projektu odvodnění a za druhé umožňuje jednoduchou kontrolu projektovaných funkcí systému. Malá efektivnost stokové sítě nebo čistírny odpadních vod se řadí, ale mezi nevýhody této strategie.[13]

3.3.2 Imisní strategie

Imisní strategie stanovuje podmínky pro vypouštění vod do recipientu na základě znalosti konkrétních místních podmínek v recipientu a širších ekologických souvislostí. Tato strategie se dělí na dva důležité body. Prvním bodem je vymezení cílového stavu, který má být v recipientu dosažen. Poté následuje návrh systému odvodnění, který splňuje následující podmínky. [14]

Zprv je nutné definování cílového stavu, jaký má být v recipientu dosažen. Zadruhé pak návrh systému odvodnění, který tyto podmínky zabezpečí. Imisní strategie se tedy opírá o konkrétní požadavky řešeného povodí, které mohou být v ostatních povodích různé. Použití matematického modelování a moderních návrhových prostředků je proto nezbytné.[14]

Vše musí být navrženo řádně tak, aby stokový systém spolehlivě převedl dešťové přívaly, ale rovněž, aby jeho funkce byla v souladu s požadovanými limitními hodnotami. [14]

Pracovní postup návrhu systému odvodnění pro klasickou a moderní koncepci

Ve zkratce lze tedy říci, že se od sebe jednotlivé strategie liší ve třech bodech zobrazených níže. Je nutno dodat, že klasická koncepce odvodnění je proti moderní koncepci již historicky dožívající a v současné době se již nepoužívá. [14]

Klasická koncepce

Statistické zpracování dešťových dat → Výpočet → Výsledek

Moderní koncepce

Historická dešťová řada → Simulace matematickými modely → Statistické zpracování výsledků [14]

3.4 Stokové soustavy

V praxi se rozeznávají tři základní stokové soustavy odlišující se podle způsobu odvádění odpadních vod. Mezi tyto soustavy patří: [14]

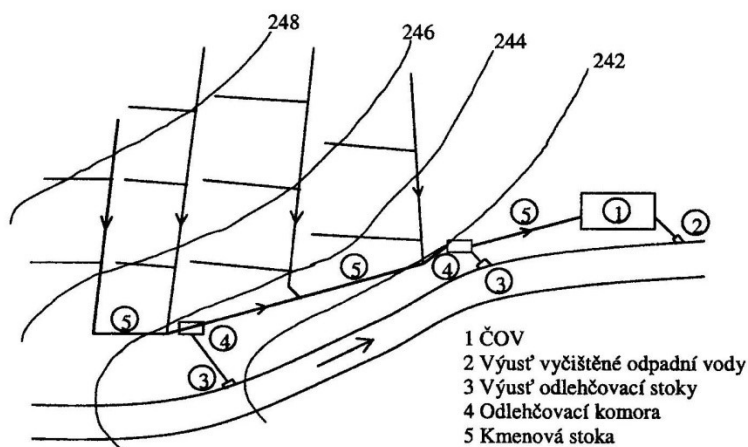
- ❖ jednotná stoková soustava,
- ❖ oddílná stoková soustava,

❖ modifikovaná stoková soustava. [14]

Jednotlivé kanalizační soustavy se liší svým charakterem. Jejich vznik byl podmíněn proměnlivými sociálně – ekonomickými podmínkami a obdobím, ve kterém se tyto soustavy budovaly. Často vznikaly propojením jednotlivých dílčích stok. [14]

3.4.1 Jednotná stoková soustava

Veškeré odpadní vody jsou dopravovány společnou sítí na čistírnu odpadních vod (ČOV). Tato soustava, ale přinášela i ekologická a hygienická rizika ovlivňující životní prostředí stejně jako provoz ČOV za dešťových průtoků. Za účelem odlehčení zředěných odpadních vod se na této soustavě zřizovalo velké množství odlehčovacích komor. Zředěná odpadní voda je veškerá odpadní voda, která proteče jednotnou stokovou sítí během dešťového odtoku. Již zmíněné odlehčovací komory pak slouží k zaústění části zředěných nevyčištěných odpadních vod ze stokové sítě do recipientu. [15] Jednotná stoková soustava je zobrazena na obrázku č.4.



Obr. 4 Jednotná stoková soustava [17]

V nařízení vlády č. 82/1999 Sb., § 3, odst. 3 jsou podmínky a způsob vypouštění odpadních vod během dešťového odtoku upraveny formulací takto: „Způsob a podmínky vypouštění odpadních popřípadě zvláštních vod během dešťového odtoku stanoví vodohospodářský orgán na základě místních vodohospodářských podmínek. Vodohospodářský orgán tedy podle citovaného pokynu určuje také podmínky a způsob provozu jednotné kanalizace za deště tak, aby byla zajištěna minimalizace negativních

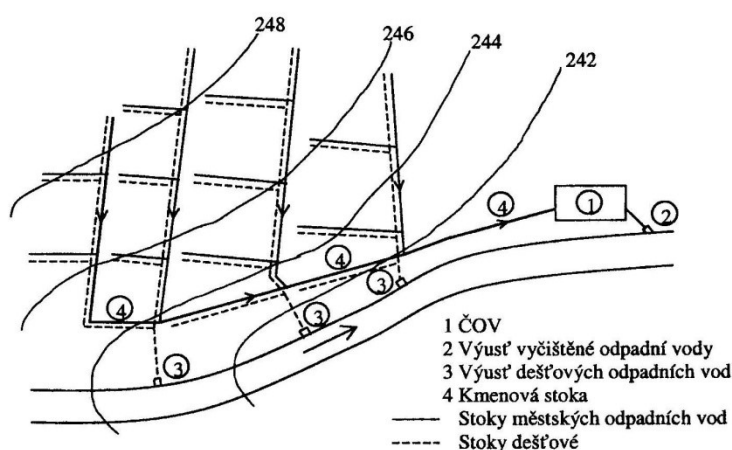
dopadů vypouštění zředěných odpadních vod z jednotného kanalizačního systému na recipient.“[15] [16]

Zákon č. 82/1999 Sb. stanovuje podmínky pro vypouštění rozhodujícího bilančního množství vypouštěného znečištění stanoveného jako součin ročního objemu vypouštěných odpadních vod a aritmetického průměru výsledků směsných vzorků odpadních vod odebraných v tomtéž roce. Způsob a podmínky vypouštění odpadních případně zvláštních vod během dešťového odtoku stanoví vodohospodářský orgán na základě místních vodohospodářských podmínek podle nařízení vlády č. 82/1999 Sb. [15] [16]

3.4.2 Oddílná stoková soustava

V případě oddílné stokové soustavy (obr. 5) jsou odpadní vody odváděny odděleně samostatnými trasami stokové sítě. Splaškové odpadní vody jsou tedy odváděny přímo na ČOV za nepřítomnosti odlehčovacích komor. Srážkové vody jsou pak svedeny přímo do recipientu. [18]

Dešťové vody, však není možné ve vztahu k recipientu považovat za hygienicky nezávadné. Mohou být značně znečištěny splachy minerální i organické povahy, úkapy pohonných hmot i jiných látek a není vyloučena ani přítomnost fekálního znečištění. Intenzita deště, jeho trvání, délka časového intervalu mezi jednotlivými dešti patří mezi faktory, které ovlivňují koncentraci znečištěných odpadních vod. [18]



Obr. 5 Oddílná stoková soustava [19]

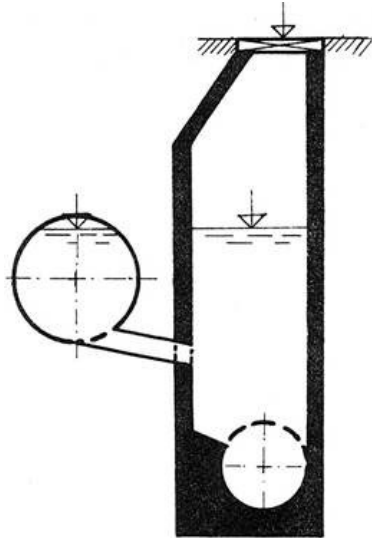
Z hlediska současných požadavků je tedy zřejmé, že ani jedna ze základních soustav není vhodným řešením pro libovolné zájmové území. Spolu se stokováním je nutné se zabývat také kvalitou dešťových vod. To je důvod, proč se za vhodných podmínek začínají používat modifikované stokové soustavy. [18]

3.4.3 Modifikovaná stoková soustava

Modifikovaná soustava (obr. 6) sestává z dvou typů kanalizačních potrubí. Každé z nich slouží k jinému účelu a v kanalizačních šachtách jsou navzájem propojena. Dešťové potrubí se ukládá do mělčí hloubky. Hluběji uložené jsou pak stoky. V okamžiku, kdy se zahltí splašková stoka nad úroveň hladiny dešťového potrubí, dochází k odtoku srážkové vody menším profilem přímo do recipientu. [20]

V ČR se hlavně u malých obcí využívá obdobná modifikace. Tato modifikace je, však rozdílná v tom, že vody neznečištěné tzn. ze střech, neprašných vozovek a chodníků jsou odváděny stokami pro dešťové vody přímo do recipientu. Kdežto dešťové vody z ostatních znečištěných ploch jako jsou např. znečištěné dvory, plochy s rampami pro zásobování a znečištěné plochy s hustým dopravním provozem jsou odváděny společně se splaškovými vodami na čistírnu odpadních vod. Součástí této stoky, však nejsou odlehčovací komory. U splaškových stok se také nabízí možnost přečerpávání znečištěných vod z dešťových či retenčních nádrží. [20]

Následující obrázek č. 6 zobrazuje příčný řez oddílnou stokovou soustavou, kde je zřetelně vidět jak dešťové potrubí, tak potrubí stoky spolu s kanalizační šachtou a spojovacím kanálkem.



Obr. 6 Modifikovaná soustava [21]

3.5 Systémy uspořádání gravitačních stokových sítí

Gravitační doprava odpadních vod potrubním systémem s převážně beztlakovým průtokem o volné hladině je v současné době chápána jako základní princip dopravy odpadních vod u většiny stokových soustav. Možnost výstavby, celkové rozvržení a vedení gravitačních stokových sítí vychází z konfigurace území, urbanistického řešení zástavby a vzájemné polohy odvodňovaného území k recipientu. Snažíme se rovněž návrhy těchto sítí směřovat k tomu, aby bylo zajištěno co nejméně úseků, kdy musíme odpadní vodu čerpat. [22]

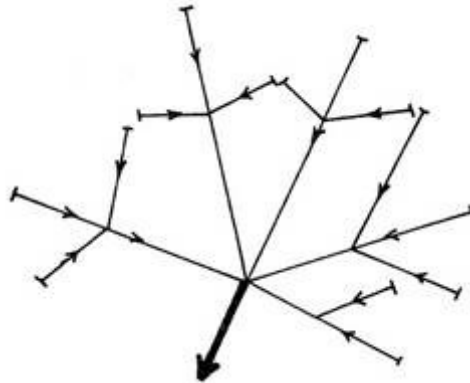
Gravitační stokové sítě dělíme do třech základních systémů. Tyto systémy se od sebe navzájem liší především půdorysovým uspořádáním jednotlivých stok a hlavních sběračů. V praxi jsou, ale většinou tyto sítě tvořeny vzájemnou kombinací dvou nebo více systémů uspořádání. [22]

Dělení stokových systémů je následující:

- ❖ radiální systém,
- ❖ větvový systém,
- ❖ úchytný systém,
- ❖ pásmový systém. [22]

3.5.1 Radiální systém

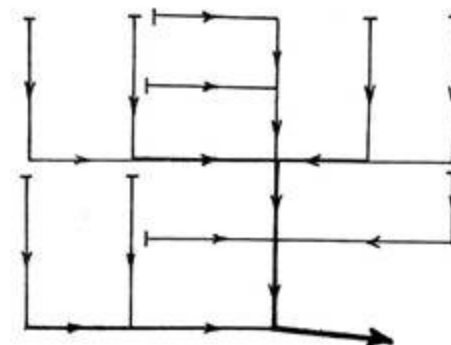
Radiální systém (obr. 7) se používá při odvodňování uzavřených kotlin bez přímého spojení k recipientu. Voda je pomocí stokové sítě dopravena do nejnižšího bodu území, kde je poté čerpána přes rozvodí nebo odváděna samospádem na ČOV. Je vždy otázkou posouzení technologicko – ekonomického rozboru, zdali existuje výhodnější řešení odvádění odpadních vod z oblasti. [22]



Obr. 7 Radiální systém [23]

3.5.2 Větevový systém

Větevový systém (obr. 8) se navrhuje v členitém území s nepravdělnou zástavbou. Stoky jsou vedeny nejkratším směrem do hlavní kmenové stoky, která prochází nejnižším místem odvodňovaného území a ústí do čistírny odpadních vod. [22]

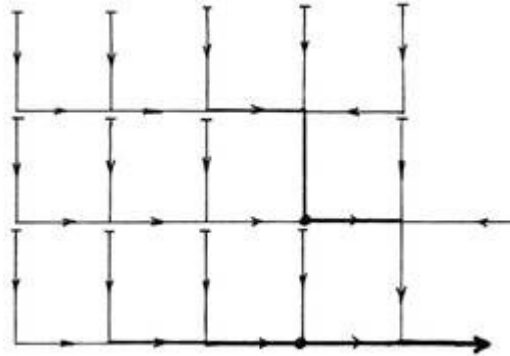


Obr. 8 Větevový systém [24]

3.5.3 Úchytný systém

Úchytný systém (obr. 9) se navrhuje v plochých říčních údolích s mírným sklonem odvodňovacího území k vodnímu toku. Kmenová stoka je vedena podél vodního toku a do ní ústí sběrače vedené napříč údolím. Na kmenové stoce jsou také umístěny

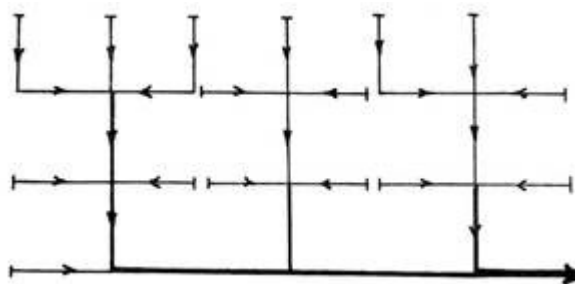
odlehčovací komory. Úsek stoky za odlehčovací komorou má poté značně menší průřez. Podmínkou je, aby byl recipient dostatečně hluboký tak, aby bylo možné odlehčení kmenové stoky i za vyšších stavů v korytě. [22]



Obr. 9 Úchytný systém [25]

3.5.4 Pásmový systém

Pásmový systém (obr. 10) se používá při odvodňování větších území s většími výškovými rozdíly. Sít' je rozdělena na několik výškových pásem. Součástí jednotlivého pásma může být jakékoliv uspořádání sítě. Odpadní vody se pak z jednotlivých pásem odvádějí stokami nižších řádů do tzv. pásmových sběračů. Své využití najde tento systém v místech, kde nejnižší sběrač, vedený podél vodního toku, leží pod maximální hladinou v řece a je tak nutno odpadní vody přečerpávat. Současně tento systém umožňuje přečerpávat pouze odpadní vody připadající na nejnižší pásmo a také odvodňovat jednotlivá pásma samostatně gravitačně. [22]



Obr. 10 Pásmový systém [26]

3.6 Způsoby dopravy odpadních vod

V mnoha případech ovlivňuje morfologie terénu a použitá soustava odkanalizování způsob dopravy odpadní vody. Doprava odpadních vod se poté rozděluje na:

- ❖ tradiční způsob dopravy odpadních vod,
- ❖ alternativní způsoby odvádění odpadních vod. [27]

Jednotné či oddílné stokové soustavy s gravitační dopravou odpadních vod řadíme k tradičnímu způsobu dopravy odpadních vod u soustavného odvodnění urbanizovaného území. V případě tradičního způsobu odvodnění je nutná spolehlivost a jednoduchost provozování. Zařazování přečerpávacích stanic či tlakových úseků se využívá jen v nezbytně nutných případech, a to jen na krátkých úsecích. Celkově jde tedy o zařízení s vysokými dopravními výkony, které slouží především pro odvádění dešťových odpadních vod. [27]

Alternativní způsoby odkanalizování pak dělíme na:

- ❖ kanalizaci tlakovou,
- ❖ kanalizaci podtlakovou, vakuovou,
- ❖ kanalizaci gravitační maloprofilovou. [27]

Okolnosti přispívající k upřednostnění alternativních způsobů odvádění odpadních vod jsou:

- ❖ rozptýlená zástavba (venkovského nebo vilového typu),
- ❖ konfigurace terénu,
- ❖ zájmové území s několika samostatnými povodími a společnou ČOV,
- ❖ terasovitá zástavba nebo široké ulice, kde by situace vyžadovala souběh dvou gravitačních stok,
- ❖ oblasti s nepříznivými podmínkami pro zakládání stok. [27]

Mezi nevýhody pak patří:

- ❖ absence dlouhodobých zkušeností s provozováním v podmínkách ČR,
- ❖ provozní náročnost systému (nároky na vyšší kvalifikaci obsluhy),
- ❖ vyšší nároky na provozní energie,
- ❖ kratší životnost a vyšší četnost provozních poruch,
- ❖ systémy nejsou vhodné pro odvádění dešťových odpadních vod. [27]

3.6.1 Tlaková kanalizace

Díky svým pořizovacím nákladům, které jsou z uvedených metod nejnižší, představuje tlaková kanalizace nejrozšířenější způsob z alternativních způsobů odvádění odpadních vod. S technickým rozvojem a s inovacemi kanalizačních čerpadel se tento druh kanalizace řadí mezi velice praktické. Důraz je kladen na kvalitu zpracování čerpadel a trubních materiálů kvůli bezpečnosti provozu této tlakové kanalizace. [28]

Tento typ odkanalizování je založen na principu přetlaku uvnitř větevné či okružové trubní dopravní sítě. Vnitřní přtlak a dodávku splašků do systému vyvozují čerpadla umístěna v čerpacích stanicích neboli v domovních čerpacích jímkách (DČJ). Ty jsou pak umístěny v blízkosti odvodňovaného objektu. Přítok odpadních vod do DČJ tvoří gravitační část odpadního potrubí. Tlaková kanalizace se využívá pro plochá či mírně zvlněná území. [28]

Mezi nevýhody tohoto typu odkanalizování patří závislost na dodávkách elektřiny a také to, že provoz čerpacích jímek vyžaduje pravidelnou údržbu. [54]

Popis domovní čerpací jímky (DČJ)

Za běžného režimu je čerpadlo v DČJ řízeno v závislosti na hladině vody v jímce. Na hladině je umístěn plovák, pomocí kterého se tato závislost snímá. Hladina v jímce, od které nastává zpětné vzduť v gravitačních přípojkách, musí být projekčně stanovena a její dosažení s předstihem signalizováno. Havarijní objem je využíván v případě výpadku elektřiny nebo poruchy čerpadla. [29]

Jednotlivé hladiny v DČJ oddělují tyto funkční objemy:

- ❖ pracovní objem,
- ❖ havarijní objem.[29]

Pracovní objem

Pracovní objem se nachází mezi zapínací a vypínací hladinou, které ovládají čerpadlo. Určuje se tak, aby frekvence spínání nezměňovala životnost čerpadla a hospodárnost provozu. Mezi „zapínací“ úrovní a „signalizační hladinou“ je stanovena bezpečnostní rezerva, která slouží jako vyrovnávací objemová rezerva pro pokrytí rozdílu mezi maximálním přítokem a dopravním množstvím čerpadla v období přítokové špičky z gravitační domovní přípojky. [29]

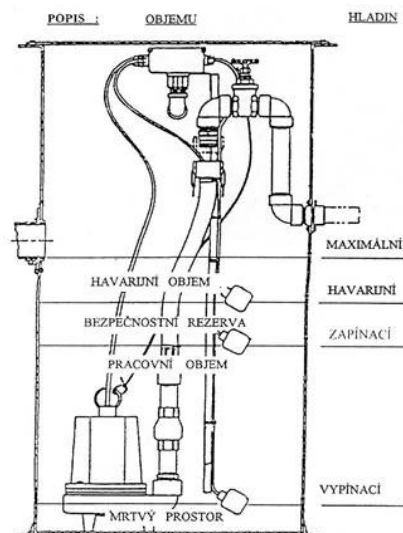
Havarijní objem

Havarijní objem představuje rezervu mezi „havarijní“ hladinou a maximální hladinou. Jeho velikost by měla jít ruku v ruce s dobou plnění jímky, za kterou je schopen provozovatel zajistit opravu nebo odstranit výpadek elektrického proudu. [29]

Mrtvý prostor

Mrtvý prostor se nachází pod pracovním objemem. Je dán výškou sacího hrdla nad dnem a převýšením vypínací hladiny nad sacím hrdlem tak, aby čerpadlo nenasávalo vytvářenou vírovou depresí vzduch. [29]

Obrázek č. 11 níže zobrazuje příčný řez domovní čerpací jímkou (DČJ) a popisuje jednotlivé hladiny spolu s různými objemy.



Obr.11 Rozdělení objemů DČJ [30]

Mělnicí systém čerpadla v DČJ

Svým předřazeným nástavcem vytváří z pevných složek splašků velmi řídkou „kaši“, která je schopna projít i velmi malými průměry tlakových kanalizačních přípojek a hlavních řadů. Pohon řezné hlavy zajišťuje hřídel rotoru čerpadla. [29]

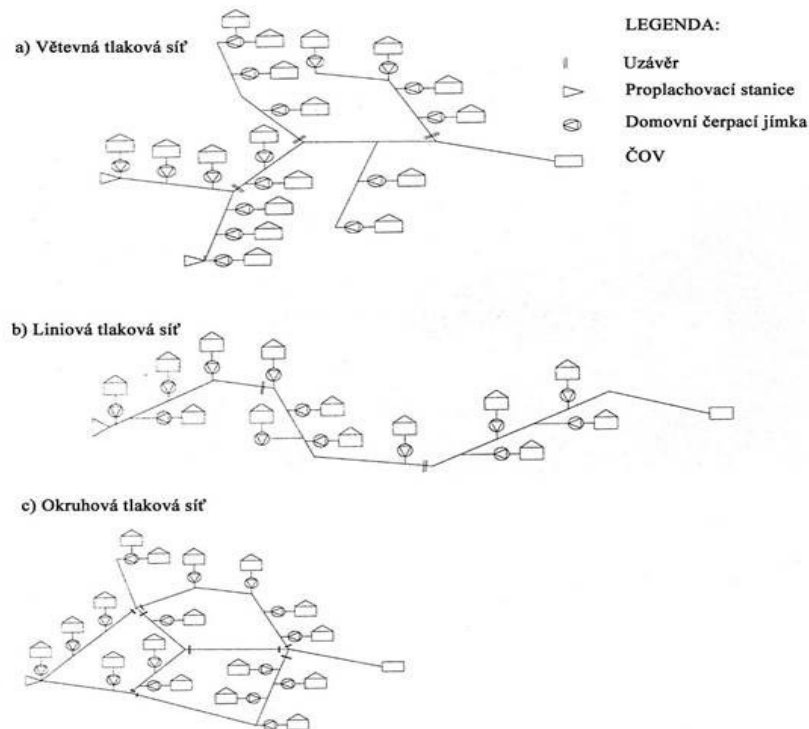
Existují dva principy řezacího zařízení:

- ❖ řezací zařízení uložené „uvnitř“, tj. zapuštěné do vstupního čerpadla,
- ❖ řezací zařízení uložené „vně“, tj. předsazené před vstupní hrdlo. [29]

Požadavky na tlakovou kanalizaci jsou:

- ❖ navrhuje se z tlakových trub PE, PVC minimální jmenovité světlosti DN 80 mm,
- ❖ ukládá se do nezámrzné hloubky min. 1,0 – 1,2 m, využívá se zelených pásů a chodníků,
- ❖ návrhová minimální průtočná rychlost v kanalizačním potrubí potřebná k proplachu se uvažuje $0,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,
- ❖ přibližně po 300 m se zřizují armaturní šachty pro odvětrávání (ve vrcholech) a odkalování (v nejnižších místech), proplachování. [29]

Obrázek č. 12 poukazuje na uspořádání jednotlivých sítí tlakové kanalizace. Jednotlivé sítě se od sebe liší především tvarem, a to zapříčiňuje různé umístění proplachovacích stanic, uzávěrů, DČJ a čistíren odpadních vod ČOV.



Obr. 12 Schéma topologie tlakové kanalizace [31]

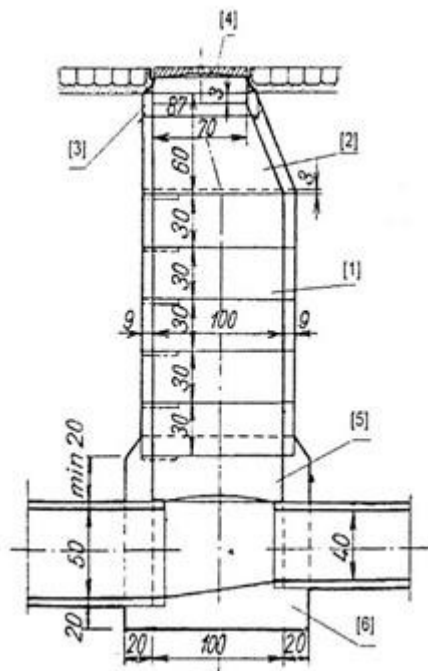
Historie tlakové kanalizace

Z historie tlakové kanalizace víme o několika případech. Jako první byla ve velkém měřítku využita tlaková kanalizace v šedesátých letech v Hamburku. V USA byl ve stejném období za průkopnický projekt považován návrh systému odvodnění 42 domů

v Radcliffu. Projekt se stal vzorovým konceptem v dalších letech především díky aplikaci pneumatických ejektorů s mělniči, tlakovými přípojkami profilu DN 75 a hlavním tlakovým řádem DN 100. Ovšem kvůli technickým problémům nebyl systém dále použit. Později byla realizována celá řada tlakových kanalizací také na území Kanady, Maďarska i Slovenska. [32]

3.7 Kanalizační šachty

Kanalizační šachty (obr. 13) patří mezi objekty nacházející se na stokové síti. Rozlišujeme šachty vstupní a šachty spojné, jinak řečeno spojné komory. Vstupní šachty se navrhují v místech, kde se mění směr přímých úseků trubních stok, sklon stoky, příčný profil stoky, spojují dvě nebo více stok, rozdělují přímé úseky nebo se umísťují na konci stok. Zhotovují se z materiálů jako je beton, železobeton, kanalizační kamenina, plast a kovové prvky mezi, které patří stupadla a poklopy. Vstup do šachty je tvořen nejčastěji kruhovými otvory, méně pak čtvercovými. [33]



Obr. 13 Vstupní šachta [34]

Vysvětlivky:

- [1] – kruhové prefabrikáty
- [2] – přechodný prefabrikovaný díl
- [3] – vyrovnávací věnec

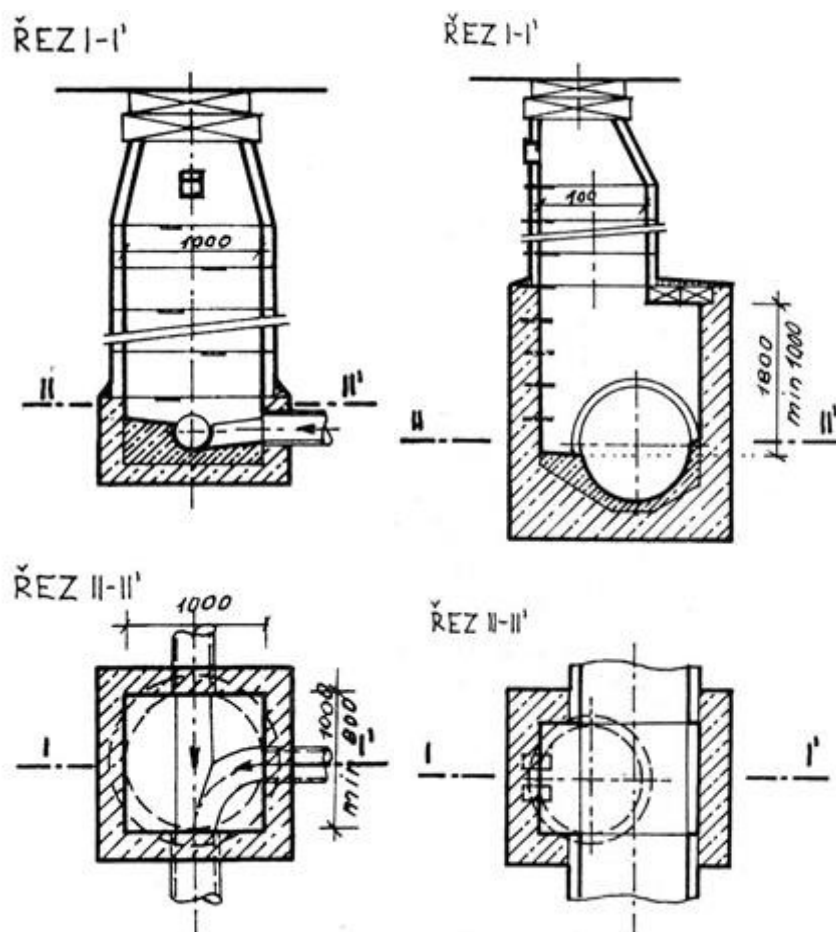
[4] – litinový poklop

[5] – manipulační část

[6] – monolitický základ [34]

Proti neoprávněnému vniknutí do kanalizace, případně vodního zdroje, se v České republice používají pokloповé zámky. V zahraničí se stále rozvíjí využití monitorovacích senzorů. Tyto senzory jsou schopny zaznamenat vniknutí neoprávněné osoby, případně vniknutí zdravotně závadných látek. [57]

Spojné komory (obr. 14) slouží k vytvoření soutoku jednotlivých stok. Mohou se v nich spojit stoky od průměru DN 500 a více. Ve srovnání se vstupními šachtami mají monolitickou konstrukci tvořící jak základ, tak i část šachty nad úrovní stropu stoky. [35]



Obr. 14 Obrázek znázorňující spojnou komoru vlevo a vstupní šachtu vpravo [36]

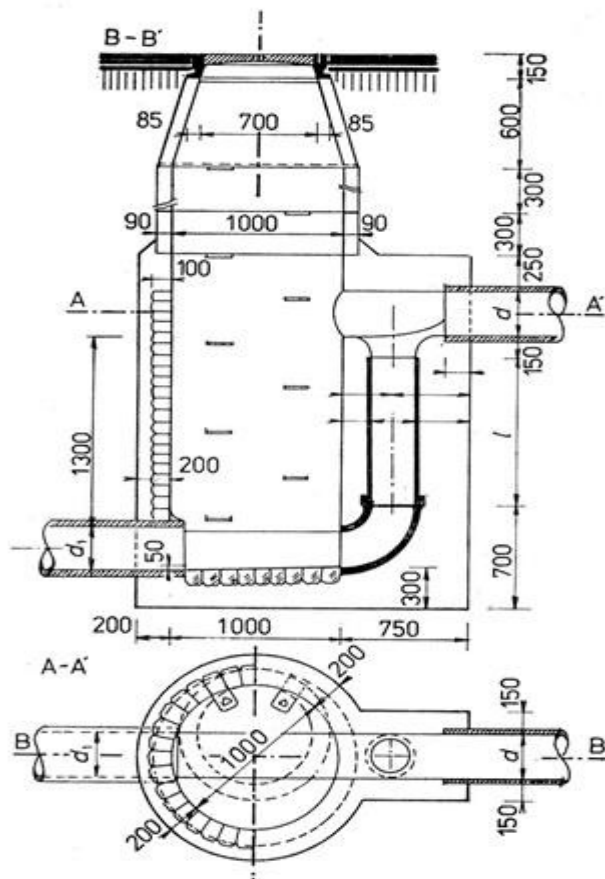
K dalším objektům na stokové síti patří i lomové šachty. Ty slouží konkrétně ke změně směru stoky. Změna směru stoky se provádí odlišně jak u neprůlezných, tak u průlezných stok. U neprůlezných stok je řešena kruhovým obloukem v šachtě.

V průlezných stok naopak jen obloukem. Na začátek a na konec oblouku je pak umístěna vstupní šachta. [35]

3.8 Spádiště

Spádiště (obr. 15) se navrhuje v místech, kde je nutno překonat stupněm velký sklon. V případě nepřekonání tohoto velkého sklonu by nebyly dodrženy maximální povolené rychlosti při navrhovaném průtoku ve stokách. [37]

Dno spádiště i část stěny musí být opevněna odolným obkladem proti nárazům přívalové vody. Součástí spádiště je také samostatná vertikální trouba, která slouží k odvádění bezdeštného odtoku splaškových odpadních vod. Mimo paprsek vody se pak osazují stupadla. V případě překonání vyššího výškového rozdílu je nutno navrhnout více spádišť nebo jiné konstrukce. [37]



Obr. 15 Spádiště [38]

3.9 Kanalizační přípojky

Kanalizační přípojky mají za úkol odvádět odpadní vody z nemovitostí do stokové sítě. Jde tedy o samostatnou stavbu tvořenou úsekem potrubí od vyústění vnitřní kanalizace k zaústění do stokové sítě. V tomto případě se nejedná o vodní dílo. Z pravidla platí, že každá nemovitost připojená na stokovou síť má mít samostatnou kanalizační přípojku. V případě použití jedné přípojky pro více nemovitostí je nutno tuto záležitost projednat se správcem kanalizace. [39]

Kanalizační přípojky se navrhují v nejmenším průměru potrubí DN 150. V případě většího profilu DN 200 je nutno doložit hydrotechnický výpočet. Největší dovolený sklon kanalizační přípojky je 40 %, minimální sklon u DN 150 je 2 % a u DN 200 to je 1 %. [39]

Na pozemku odvodňované nemovitosti nebo objektu je nutno umístit i revizní šachtu. Revizní šachta musí být umístěna tak, aby byla ze strany provozovatele možná pravidelná kontrola a čištění. Na stoku se kanalizační přípojka připojuje jen do určené stokové odbočky, vložky nebo místa určeného provozovatelem kanalizace. Pokud, ale není odbočka nebo vložka v tomto místě vybudována, připojuje se kanalizační přípojka do vyříznutého otvoru. [39]

Dále platí, že přípojka musí být co nejkratší, v jednom sklonu, přímém směru a stejné světlosti po celé délce. Přípojky do DN 200 se na stoku napojují pod úhlem 45° až 90°. U neprůlezných stok přípojky výškově zaústějí do horní poloviny stoky, u průlezných a průchozích stok pak dnem v úrovni hladiny průměrného bezdeštného průtoku nebo do stávající vložky. Pro návrh kanalizační přípojky slouží normy ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky a ČSN 73 6760 Vnitřní kanalizace. [39] [40] [41]

3.10 Čerpací stanice

Čerpací stanice mohou být jak součástí stokové sítě, tak i součástí čistírny odpadních vod (ČOV). Jedná se tedy o dopravu odpadní vody pomocí čerpání, a to z různých důvodů. Mezi nejčastější důvody patří převedení odpadních vod přes rozvodnici, překonávání překážek na trase nebo překonávání výškových rozdílů. [42]

Nejčastěji tedy jde o stavbu neboli objekt na stokové síti, který tvoří mokrá jímka, kalová čerpadla, přítokové potrubí, sací a výtlačné potrubí a manipulační zařízení. Mokrá

jímka je podobně jako u DČJ nádrží, ve které jsou umístěna zpravidla dvě čerpadla. Do této jímky je zavedeno přítokové potrubí, které přivádí odpadní vody nutné k přečerpání. Stoupající hladinu odpadních vod pak kontrolují plováky. Kalová čerpadla jsou zde umístěna dvě, aby byl v případě poruchy jednoho z nich zajištěn bezpečný provoz stanice. Součástí je také nosná konstrukce opatřena jeřábem sloužící k manipulaci s porouchaným čerpadlem. [42]

Čerpací stanice se zhotovují z prefabrikátů, vyztuženého betonu, oceli, sklolaminátu, případně polyethylenu. Veškeré spoje a kryty musí být navrženy jako voděodolné. Pro zajištění flexibility se doporučují pryžové spoje. [55]

3.11 Čistírna odpadních vod (ČOV)

Čistírna odpadních vod se nejčastěji umísťuje na konec stokové sítě mimo intravilán a ještě před odtokem vyčištěné vody do recipientu. Jde tedy o stavbu, jejíž součástí je podle druhu znečištěných odpadních vod několik na sebe navazujících procesů. Odpadní voda je při přítoku do ČOV čištěna od hrubých nečistot plovoucích na hladině nejprve pomocí hrubých česlí a poté jemných česlí a sít. Tomuto procesu se také říká předčištění. [43]

Po předčištění následují lapače tuků a lapáky písku. Lapáky slouží kromě zachytávání písku i k zachytávání minerálních částic. Lapáky tuků naopak zadržují tukovou vrstvu, která se během transportu odpadních vod vytváří na hladině. Dalším krokem je tzv. usazování. To se provádí v usazovacích nádržích, kde tuhé částice padají ke dnu a jsou následně shrabovány. Za poslední krok můžeme považovat biologické čištění. Jedná se o způsob čištění odpadních vod, kdy jsou použity biochemické procesy a organismy, které rozkládají organické látky obsažené ve vodě. Dále jsou použity aktivační procesy, anaerobní procesy, nitrifikace, denitrifikace a odstraňování fosforu. Poté vyčištěná voda samospádem odtéká do nejbližšího recipientu. [43]

Kaly, které se během tohoto procesu čištění odpadních vod nashromáždí, jsou pak dále zpracovávány, sušeny, lisovány, spalovány nebo rozváženy k zemědělským účelům. [43]

Při použití těchto čistících metod je možno odstranit až 90 % suspendovaných látek obsažených v odpadní vodě přitékající na ČOV. [56]

4 NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ, VÝBĚR A ROZPRACOVÁNÍ VHODNÉ VARIANTY

V této kapitole jsou popsány a zhodnoceny možné varianty řešení odkanalizování obce Dobroslavice. V kapitole 2.5 byla nastíněna závažnost problému nevyhovujícího kanalizačního systému obce v podobě netěsných spojů, prasklých stěn a propadů. U několika nemovitostí bylo také zjištěno, že k hromadění splašků využívají bezodtokové jímky.

Do budoucna je tedy nutné tyto nedostatky odstranit a vybudovat tak kanalizační síť, která bude bezpečně a spolehlivě odvádět odpadní vody na ČOV, kde budou následně čištěny a poté navráceny zpět do recipientu.

4.1 Varianta A

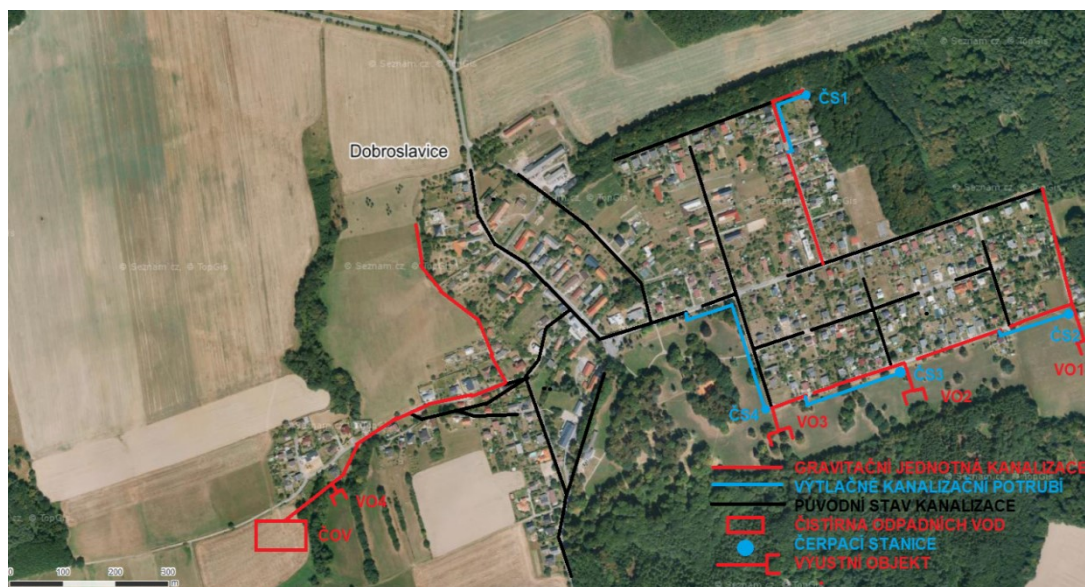
Varianta A (obr. 16) představuje první variantu navrhovaného řešení odkanalizování obce Dobroslavice. V tomto návrhu se jedná o doplnění a částečnou rekonstrukci stávající stokové soustavy v nevyhovujících úsecích.

Smyslem tohoto návrhu je tedy svést odpadní vody v největší možné míře gravitačně směrem ze severovýchodní části obce k budoucí ČOV umístěné v jihozápadní části obce. Vzhledem k tomu, že je terén dosti kopcovitý a návrh odkanalizování obce není možné provést celý gravitačně, je nutno v určitých částech odpadní vodu přečerpávat do těch částí obce, z nichž již bude gravitační odkanalizování možné.

Mezi nově navržené gravitační úseky patří kanalizační stoka A na ulici 27. dubna a na ulici Na výsluní, dále stoka B, stoka B1 a stoka C1, která se rovněž nachází na ulici Na výsluní. Vzhledem k proměnlivému terénu na ulici Na výsluní bylo nutné tyto gravitační stoky navrhnout tak, aby byly svedeny vždy do nejnižšího místa, ze kterého bude odpadní voda dále přečerpávána.

Jak na ulici U lesa, tak na ulici Na výsluní byla navržena celkem 3 výtlačná potrubí tak, aby bylo možné veškeré odpadní vody severovýchodní části obce dopravit do nejnižšího místa. Jako nejnižší místo byl určen roh ulic Na výsluní a Na svobodě. Z tohoto bodu bylo navrženo opět výtlačné potrubí vedoucí severním směrem nalevo od ulice Na svobodě v zatravněném pásu a napojeno na stávající stoku E.

V severozápadní části obce v ulici Osvobození byly zrušeny dvě stoky, které se nacházejí blízko sebe a nahrazeny stokou E vedoucí až k ČOV. Na stoku E byla nově navržena stoka E3 nacházející se na ulici Pod školou. Tímto návrhem bylo zajištěno bezpečné a hygienické odvádění odpadních vod celé obce Dobroslavice.



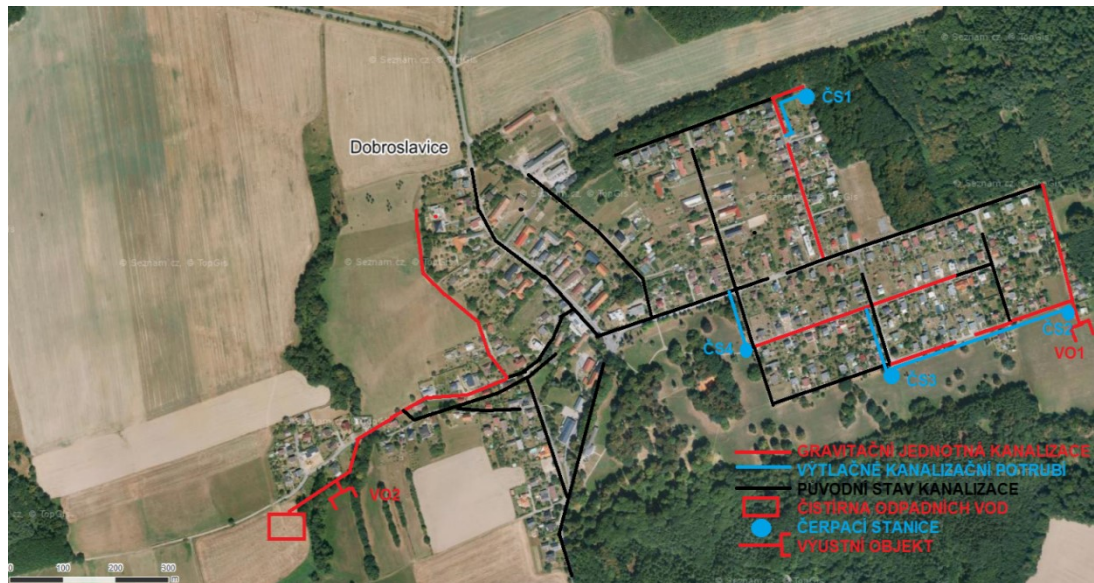
Obr. 16 Varianta A – letecký snímek obce Dobroslavice [44]

4.2 Varianta B

V případě varianty B (obr. 17) je severovýchodní část obce odkanalizována odlišně. Od varianty A se liší rozdílným umístěním čerpacích stanic a zvolením hlavní kanalizační stoky. Hlavní kanalizační stoku by představovala nová stoka vybudována v ulici Na svobodě od stávající kanalizační šachty Š47 po Š42. Do této stoky by byly napojeny ostatní stoky gravitačně a výtlačkem. V ulici Na svobodě je ponechána stávající stoka v úseku od Š49 po Š47, dále od Š47 až po křížení ulic Spartakiádní a Na výsluní. Rovněž je z pravé strany až po křížení výše zmíněných ulic navržena nová gravitační stoka. Nejvýchodnější část ulice Na výsluní by byla řešena stejně jako u varianty A, a to gravitačně směrem na ČS2 pomocí dvou nových kanalizačních stok.

Výtlačné potrubí by bylo zapotřebí tedy kromě ulice U lesa umístit do zatravněného pásu poblíž ulice Na výsluní. Toto výtlačné potrubí by bylo zakončeno ČS3, která by čerpala nashromážděnou odpadní vodu severním směrem přes ulici Spartakiádní do ulice Na svobodě. Veškerá odpadní voda této severovýchodní části obce

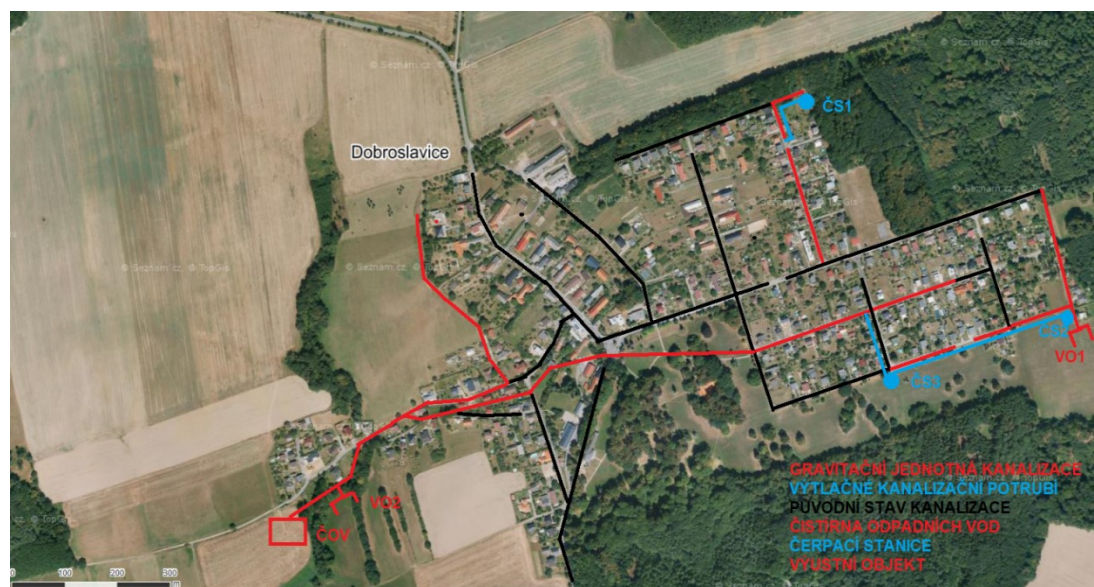
by byla svedena přes kanalizační šachtu Š47 do ČS4 a dále přečerpána do stávající stoky E. Návrh odkanalizování severozápadní části obce by zůstal oproti variantě A nezměněn.



Obr. 17 Varianta B – letecký snímek obce Dobroslavice [45]

4.3 Varianta C

V případě varianty C (obr. 18) by došlo pouze ke změně propojení kanalizačních sítí severovýchodní a severozápadní části obce. Severovýchodní část obce by byla odkanalizována stejně jako u varianty A za pomoci gravitační kanalizace, celkem 3 čerpacích stanic a 3 výtlačných potrubí. Severozápadní část pak novým návrhem gravitačních kanalizačních stok E a E3.



Obr. 18 Varianta C – letecký snímek obce Dobroslavice [46]

Oproti předchozím variantám je zde navrženo gravitační potrubí spojující obě části obce, vedoucí skrz zámecký park a napojující se na stávající kanalizační stoku E2. Vzhledem k tomu, že má stávající stoka při napojení o jmenovité světlosti DN 200, bude nutné tuto stoku po celé své délce zrekonstruovat a zvětšit na DN 800 až po místo napojení na stoku E v kanalizační šachtě Š72.

4.4 Výběr vhodné varianty

Výběr vhodné varianty byl zaměřen především na jednoduchost provedení, nejnižší finanční náklady a nejvhodnější vedení trasy navrhovaných stok. Jako zcela nevyhovující byla zvolena varianta C. Bylo tak rozhodnuto, protože vedení asi 320 metrů dlouhé navrhované stoky přes zámecký park je nevyhovující, jelikož se v budoucí trase nacházejí vzácné porosty a dřeviny. I kdyby by byla stoka vedena mimo původní trasu, hrozilo by po čase její poškození kvůli možnosti prorůstání kořenů právě zmíněných druhů porostů a průniku balastních vod. Zámecký park je považován také za památkovou a chráněnou rezervaci, tudíž i z tohoto důvodu není přípustné vést kanalizační stoku těmito místy.

Druhý nevyhovující případ je varianta B. Zde vzniká problém při vedení výtlačného potrubí severním směrem z čerpací stanice ČS2 nalevo od kanalizační šachty Š39. Dojde tak ke křížení stávající kanalizace ve výškovém směru s kanalizací tlakovou v horní i dolní části ulice Na svobodě, což je nepřípustné. Ostatní navrhované úseky této varianty jsou ze směrového a výškového vedení kanalizačních sítí vyhovující.

Varianta A je ze všech variant nejvhodnější jak po stránce směrového a výškového vedení, tak po stránce spolehlivosti odkanalizování obce Dobroslavice. Z tohoto důvodu byla tato varianta zvolena a následně v této práci rozpracována včetně odhadu finančních nákladů.

4.5 Rozpracování varianty A

Předmětem varianty A je nové navržení a částečná rekonstrukce kanalizace v obci Dobroslavice. Kanalizace byla navržena jako jednotná gravitační a z části jako tlaková. Trasa navržené kanalizace je vedena převážně v pozemních komunikacích, v určitých částech obce, ale i v zeleném pásu. Jedná se tedy o nově navržené úseky jednotných

gravitačních stok A, A1, B, B1, C1, D, E, E3 a úseky výtlačného potrubí V1,V2,V3, V4 spolu se čtyřmi čerpacími stanicemi.

Stoka A je gravitačně svedena do kanalizační šachty Š1 o celkové délce 607 m. Úsek v severozápadní části obce Dobroslavice nad nově navrhovanou stokou A je řešen pomocí stoky D. Stoka D se nachází z části na ulici U lesa a na ulici 27. dubna. Má celkovou délku 102 metrů a končí kanalizační šachtou Š61. Z Š61 je odpadní voda gravitačně svedena do čerpací stanice ČS1 nacházející se v pozemní komunikaci. Z ČS1 je poté navrženo výtlačné potrubí V1 směrem ke kanalizační šachtě Š17 stoky A o celkové délce 106 m.

Do nejnižšího bodu stoky A, nacházejícího se v kanalizační šachtě Š1, se napojuje stoka A1 o celkové délce 119 metrů odvádějící odpadní vody z ulic Na výsluní a Na svobodě. Z kanalizační šachty Š1 jsou odpadní vody gravitačně svedeny do čerpací stanice ČS2. Z ČS2 je poté navrženo výtlačné potrubí V2 o celkové délce 136 metrů napojené do kanalizační šachty Š33 stoky B. Z kanalizační šachty Š33 je dále navržena stoka B o celkové délce 193 metrů až po šachtu Š28. Z druhé strany je do Š28 navržena stoka B1 o celkové délce 165 metrů, do které se napojuje stávající stoka B1-A odvádějící odpadní vody z ulice Spartakiádní.

Z kanalizační šachty Š28 jsou odpadní vody svedeny gravitačně do čerpací stanice ČS3. Z ČS3 je poté navrženo výtlačné potrubí V3 o celkové délce 174 metrů napojené do kanalizační šachty Š55 stoky C1. Jako poslední gravitační stoka v této části obce Dobroslavice je navržena stoka C1 v úseku od kanalizační šachty Š55 po kanalizační šachtu Š44 o celkové délce 95 metrů.

Z kanalizační šachty Š44 putuje odpadní voda rovněž gravitačně do čerpací stanice ČS4, ze které je výtlačným potrubím V4 celkové délky 294 metrů čerpána severním směrem do kanalizační šachty Š89 stávající stoky E na ulici Přerovská.

V severozápadní části obce jsou navrženy kanalizační stoky E a E3. Stoka E3 se nachází na ulici Pod školou s postupně rostoucí jmenovitou světlostí o celkové délce 389 metrů a je napojena na stoku E v kanalizační šachtě Š79. Stoka E je pak nově navržena na ulici Osvobození o celkové délce 339 metrů až po kanalizační šachtu Š70. Z Š70 jsou veškeré odpadní vody z obce gravitačně odváděny na čistírnu odpadních vod.

4.5.1 Podélné profily

Součástí návrhu jsou výkresy podélných profilů jednotlivých kanalizačních stok. Tyto podélné profily byly zhotoveny v měřítku 1:100/1:500. Lze v nich dohledat bližší informace o hloubce uložení potrubí, hloubce výkopu, krytí potrubí, místa napojení přípojek, sklonu stok, rychlosti proudění odpadní vody, směru napojení stok a vzdálenosti jednotlivých kanalizačních šachet. Skutečná rychlost v navrhované kanalizaci nikde nepřesáhla 6 m/s. Sklony kanalizace jsou proměnné a v jednotlivých úsecích se liší.

Stoka A

Stoka A je navržena jako kameninová se jmenovitou světlostí potrubí od DN 400 do DN 600 s proměnným sklonem potrubí, celková délka je 607 metrů. Součástí stoky je 24 plastových domovních přípojek DN 150 a 14 monolitických kanalizačních šachet. Část stoky mezi kanalizačními šachtami od Š11 do Š7 byla ponechána jako stávající, jelikož svým stavem vyhovuje bezpečnému a plynulému odvádění odpadních vod. Konec stoky A je napojen na čerpací stanici ČS1.

Části stoky A, nacházející se v pozemních komunikacích, budou uloženy do nezámrzné hloubky dle podélného profilu. Kameninové potrubí bude uloženo do hutněného pískového lože, obsypáno hutněným štěrkopískem a zasypáno štěrkem. Povrch vozovky bude poté znovu zaasfaltován.

V případě uložení v zeleném pásu bude potrubí kladeno do hutněného pískového lože, obsypáno nesoudržnou prohozenou zeminou a zasypáno výkopovým materiálem zhutněným po vrstvách. Povrch bude ohumusován a zatravněn. Veškeré zemní práce se řídí podle ČSN 73 3050 Zemní práce. [47]

Část stoky A bude vedena v zeleném pásu od kanalizační šachty Š7 po kanalizační šachtu Š5 o celkové délce 94 metrů. V tomto úseku se na stoku A napojuje jedna domovní přípojka PE DN 150.

Stoka A-1

Stoka A-1 se nachází ve východní části ulice na Výsluní a je vedena gravitačně samospádem od kanalizační šachty Š20 po kanalizační šachtu Š1 stoky A. Stoka je navržena jako kameninová o jmenovité světlosti DN 400 a celkové délce 119 metrů. Na stoku A-1 jsou napojeny celkem 3 domovní přípojky PE DN 150. Součástí stoky jsou

celkem 3 monolitické kanalizační šachty. Stoka bude uložena do hutněného štěrkopískového lože, obsypána hutněným štěrkopískem a zasypána štěrkem. Povrch vozovky bude znovu zaasfaltován.

Stoka B

Kanalizační stoka B je navržena jako kameninová gravitační se jmenovitou světlostí potrubí DN 700 o celkové délce 193 metrů. Nachází se na ulici Na výsluní od kanalizační šachty Š33 po Š28. Součástí stoky je celkem 8 plastových domovních přípojek DN 150 a 6 monolitických kanalizačních šachet. Uložení kanalizačního potrubí je obdobné jako u stoky A-1.

Stoka B-1

Stoka B-1 je navržena jako kameninová gravitační se jmenovitou světlostí potrubí DN 500 o celkové délce 165 metrů v úseku od kanalizační šachty Š37 po Š28. Součástí stoky jsou celkem 3 plastové domovní přípojky DN 150 a 4 monolitické kanalizační šachty. Uložení kanalizačního potrubí se zde opět opírá o výše zmíněný návrh.

Stoka C-1

Stoka C-1 představuje poslední navrženou kanalizační gravitační stoku pro severovýchodní část obce Dobroslavice v úseku mezi kanalizačními šachtami od Š35 po Š44. Stoka C-1 je navržena opět jako kameninová se jmenovitou světlostí potrubí DN 800 o celkové délce 95 metrů. Součástí stoky jsou 2 plastové domovní přípojky DN 150 a celkem 3 monolitické kanalizační šachty.

Stoka D

Kanalizační stoka D se nachází z části na ulici 27. dubna a z části na ulici U lesa. Je tvořena potrubím z kameniny se jmenovitou světlostí potrubí DN 400 o celkové délce 102 metrů. Součástí stoky jsou 4 plastové domovní přípojky DN 150 a 4 monolitické kanalizační šachty. Uložení kanalizačního potrubí pro stoky C-1 a D je stejné jako u stoky A-1, čili uložení do hutněného štěrkopískového lože, obsypání hutněným štěrkopískem a zasypání štěrkem. Povrch bude následně zaasfaltován.

Stoka E

Stoka E je navržena jako kameninová se jmenovitou světlostí potrubí DN 1000 v úseku mezi kanalizačními šachtami od Š79 po Š70 o celkové délce 339 metrů nacházející se na ulici Osvobození. Součástí stoky je celkem 7 monolitických kanalizačních šachet, 8 plastových domovních přípojek DN 150 a dvě spádišťové monolitické šachty. Konec stoky E je veden poblíž Plesenského potoka a dále přes odlehčovací komoru OK 4 na čistírnu odpadních vod.

Stoka E-3

Kanalizační stoka E-3 se nachází v severozápadní části obce na ulici Pod školou. Je tvořena kanalizačním potrubím z kameniny s postupně rostoucí jmenovitou světlostí od DN 250 až po DN 500. Součástí této stoky je celkem 7 plastových domovních přípojek DN 150 a celkem 9 monolitických kanalizačních šachet. Na stoce E-3 byly také navrženy spádiště, jelikož je v některých úsecích stoky vedeno kanalizační potrubí pod velkým sklonem. Spádiště se tedy nacházejí v úseku mezi Š138 až po Š135 a jsou navržena jako monolitická v celkovém počtu 4. Pro obě stoky platí již výše zmíněné zásady uložení potrubí ve vozovce.

Výtlak V1

Výtlačné potrubí je navrženo z PE DN 150 o celkové délce 106 metrů spojující kanalizační stoku D s kanalizační stokou A v úseku od čerpací stanice ČS1 po kanalizační šachtu Š17. Potrubí bude dále uloženo do nezámrzné hloubky do hutněného pískového lože, zasypáno hutněným pískem a zakryto hutněným výkopem, opatřeno vytyčovacími vodiči, výstražnou fólií a zaasfaltováno.

Výtlak V2

Výtlak V2 se nachází v zatravněném pásu jižním směrem od ulice Na výsluní. Počátek tohoto výtlačného potrubí je v čerpací stanici ČS2 a konec se napojuje do kanalizační šachty Š33 stoky B. Potrubí výtlačku je navrženo o jmenovité světlosti DN 150 z PE o celkové délce 136 metrů.

Výtlak V3

Potrubí výtlačku V3 se nachází opět jižním směrem od ulice Na výsluní v zatravněném pásu tentokrát, ale v úseku mezi čerpacími stanicemi ČS3 až po kanalizační

šachtu Š55 stoky C-1. Výtlačné potrubí je navrženo jako PE DN 150 o celkové délce 174 metrů.

Výtlak V4

Výtlak V4 je umístěn v zatravněném pásu západně od ulice Na svobodě. Je navržen jako PE DN 150 o celkové délce 294 metrů s měnicím se sklonem. Počátek má v čerpací stanici ČS4 a napojuje se do kanalizační šachty Š89 stávající části stoky E. V nejvyšším bodě V1 je navrženo odvětrání. Potrubí výtlačky V2, V3, V4 bude uloženo do hutněného pískového lože, zasypáno hutněným pískem, zakryto hutněným výkopem, opatřeno vytyčovacími vodiči, výstražnou fólií a ohumusováno.

4.5.2 Čerpací stanice

Součástí návrhu odkanalizování obce Dobroslavice jsou celkem 4 čerpací stanice ČS1, ČS2, ČS3 a ČS4. Všechny čerpací stanice jsou navrženy jako válcovité prefabrikované monolitické podzemní šachty s mokrou jímkou, dvěma ponornými kalovými čerpadly, spínacím plovákem, vstupním žebříkem, výtlačným potrubím, česlicovým košem pro zachycování hrubých nečistot na nátokovém potrubí a dvěma vstupními a současně i manipulačními poklopy.

Čerpadla

Pro čerpání odpadních vod do výtlačných potrubí ve všech čerpacích stanicích byla zvolena čerpadla podle schopnosti dopravit čerpané médium do potřebných dopravních výšek. Čerpadla byla navržena i s řezacím kolem pro rozmělnění tuhých hmot. Součástí příslušenství čerpadel bude uzávěr přítoku v podobě šoupátka, hlavní uzávěr výtlačného potrubí, výtlačné potrubí a měření hladiny v nádrži pomocí hydrostatické sondy.

Hydrostatická sonda bude mít za úkol spínání a vypínání čerpadel v závislosti na stavu hladiny vody v mokré jímce. Toto spínání bude ovládáno automaticky a informace digitálně zasílány správci kanalizace. V případě nenajetí prvního čerpadla bude zaslána informace a automaticky se sepne druhé čerpadlo. V případě neseptnutí ani druhého čerpadla bude zaslána druhá informace a začne se plnit akumulací prostor.

Čerpací stanice ČS1

Čerpací stanice ČS1 se nachází v severovýchodní části obce v ulici U lesa. Do ČS1 jsou gravitačně svedeny odpadní vody z kanalizační stoky D. Poté jsou dopravovány výtlačkem do kanalizační šachty Š17 stoky A odkud dále pokračují gravitačně. V tomto úseku u čerpací stanice není vzhledem k menšímu množství odpadních vod navržena odlehčovací komora ani výustní objekt. Čerpací stanice je navržena v rozměrech šířky 1,6 metrů a výšky 3 metrů s akumulacním prostorem o velikosti 5,02 m³.

Čerpací stanice ČS2

Čerpací stanice ČS2 je navržena v nejvýchodnější části ulice Na výsluní poblíž kanalizační šachty Š1 kanalizační stoky A. Z Š1 jsou do ČS2 přes odlehčovací komoru OK1 dopravovány odpadní vody gravitačně. Z ČS2 je navrženo výtlačné potrubí do kanalizační šachty Š33 stoky B. Čerpací stanice má šířku 4 metry a výšku 3 metry, její akumulacní prostor činí 18,84 m³.

Čerpací stanice ČS3

Čerpací stanice ČS3 je umístěna poblíž kanalizační šachty Š28 stoky B. Odpadní vody jsou do ČS3 z této šachty vedeny přes odlehčovací komoru OK2. Z ČS3 je dále navrženo výtlačné potrubí až po kanalizační šachtu Š55 kanalizační stoky C1. ČS3 je navržena ve stejných rozměrech jako ČS2 včetně stejné hodnoty akumulacního objemu.

Čerpací stanice ČS4

ČS4 je situována poblíž kanalizační šachty Š44 stoky C1. Odpadní vody jsou do ČS4 z této šachty vedeny gravitačně přes odlehčovací komoru OK3. Z ČS4 je severním směrem navrženo výtlačné potrubí po stávající kanalizační šachtu Š89 kanalizační stoky E. ČS4 je navržena v šířce 7 metrů a výšce 3 metrů s akumulacním objemem 57,69 m³.

Čerpadla

Vzhledem k tomu, že mají čerpací stanice různé geodetické výšky H_g bylo nutné zvolit vhodný typ čerpadel pro hospodárné čerpání. Pro čerpací stanici ČS1, která má geodetickou výšku 7,33 metrů a ČS2, která má geodetickou výšku 4,4 metry byla zvolena celkem čtyři ponorná čerpadla společnosti Wilo pod výrobním označením Wilo – Rexa UNI doplněna o řezací kolo se schopností dopravit čerpané médium, v tomto případě

splaškové odpadní vody, do maximální dopravní výšky 12 metrů. Při přihlédnutí na geodetické výšky čerpacích stanic ČS1 a ČS2 zvolená čerpadla vyhoví.

Čerpací stanice ČS3 a ČS4 mají geodetické výšky vyšší. U ČS3 je geodetická výška 14,92 metrů a u ČS4 15,55 metrů. Proto byla pro tyto čerpací stanice zvolena celkem čtyři ponorná čerpadla doplněna o řezací kolo rovněž společnosti Wilo pod výrobním označením EMU FA. Čerpadla jsou schopna dopravit čerpané médium do maximální dopravní výšky 24,8 metrů. Z tohoto důvodu jsou pro čerpací stanice ČS3 a ČS4 vyhovující.

Všechna čerpadla budou v čerpacích stanicích umístěna do prostoru mokré jímky. Součástí příslušenství čerpadel bude uzávěr přítoku v podobě šoupátka umístěného v ČS, hlavní uzávěr výtlačného potrubí, výtlačné potrubí a měření hladiny v nádrži pomocí hydrostatické sondy.

Hydrostatická sonda bude mít za úkol spínání a vypínání čerpadel v závislosti na stavu hladiny vody v mokré jímcce. Toto spínání bude ovládáno automaticky a informace digitálně zasilány správci kanalizace. V případě nenajetí prvního čerpadla bude zaslána informace a automaticky se sepne druhé čerpadlo. V případě neseptnutí ani druhého čerpadla bude zaslána druhá informace a začne se plnit akumulací prostor.

Odlehčovací komory

Na základě požadavků správce toku pro lokalitu Dobroslavice budou před čerpacími stanicemi ČS2, ČS3 a ČS4 a před čistírnou odpadních vod umístěny odlehčovací komory, u kterých bude poměr ředění $Q_{red} = m \cdot Q_{hmax} = (1+5) \cdot Q_{max}$. Navržení odlehčovacích komor by se dále odvíjelo podle normy TNV 75 6262 Odlehčovací komory a separátory. Odlehčovací komory nejsou v této práci podrobně řešeny. [48]

Veškeré výpočty související s návrhem čerpacích stanic a poměru ředění u odlehčovacích komor jsou zmíněny v kapitole 4.5.7 Hydrotechnické výpočty.

Výustní objekty

Součástí odlehčovacích komor je napojení na výustní objekty. V současném stavu jsou výustní objekty VO1, VO2 a VO3, nacházející se v severovýchodní části obce, řešeny samostatnou kanalizací zaústěnou ke kraji lesa poblíž Děhylovského potoka. Zředěná

odpadní voda by tak, jak je to v návrhu volně stékala za využití těchto stávajících výustních objektů až do zmíněného potoka. Délky výustní kanalizace od čerpacích stanic po výustní objekty se od sebe lehce liší. Můžeme tak s lehkou odchylkou říci, že vzdálenost všech výustních objektů od jednotlivých odlehčovacích komor je okolo 148 metrů.

Výustní objekt VO4, nacházející se v jihozápadní části obce Dobroslavice u Plesenského potoka, má délku 18 metrů a počátek v odlehčovací komoře OK4. Je navržen rovněž jako samostatná uzavřená kanalizace. V této práci není podrobně řešen.

4.5.3 Kanalizační šachty

Bude nutno vybudovat celkem 50 monolitických šachet. Dno těchto šachet bude tvořeno z podkladového betonu. Dále bude součástí dna kameninová kyneta a kameninové nástupnice. Stěny šachty budou tvořeny z monolitických skruží, na kterých bude umístěn monolitický šachtový konus, vyrovnávací prstence, rám šachtového poklopu a litinový poklop. Pro revizi budou šachty vybaveny ocelovými stupadly. Kanalizační poklop bude srovnán zároveň s úrovní vozovky tak, aby nevyčníval.

Obrázek č. 19 zobrazuje litinový šachtový poklop, který by byl použit. Jedná se o kulatý litinový poklop od společnosti Wavin Ekoplastik, která je součástí skupiny Wavin – předního světového poskytovatele plastových systémů pro obytné, nebytové a stavební projekty. Zmíněný kanalizační poklop je kulatého tvaru, šířky 493 mm, výšky 53 mm, světlosti 425 mm a je schopný snést nahodilé zatížení 1,5 tuny. [49]



Obr. 19 Litinový kanalizační poklop [49]

4.5.4 Spádišťové šachty

Spádišťové šachty jsou navrženy na kanalizační stoce E a E3. Celkem tedy bude zapotřebí 6 spádišťových monolitických šachet. Dno těchto šachet bude tvořeno podkladním betonem a dále tvrdým betonem s čedičovým kamenem a kameninovým půlžlábkem. Stěny budou tvořeny z monolitických skruží, na kterých bude umístěn monolitický šachtový konus, vyrovnávací prstence, rám šachtového poklopu a kovový poklop. V místech dopadu paprsku odpadní vody bude stěna spádiště obložena kanalizačním obkladem z taveného čediče. Součástí spádiště bude i potrubí obtoku.

Následující obrázek č. 20 zobrazuje příklad čedičového obložení a zapuštěných kanalizačních stupadel na šachtové kruhové monolitické skruži. Obdobným způsobem by bylo provedeno čedičové obložení na dopadové straně výše zmíněných spádišť.



Obr. 20 Čedičový obklad kruhové monolitické šachty [50]

4.5.5 Domovní přípojky

Součástí návrhu je celkem 60 plastových domovních přípojek DN 150. Tyto přípojky jsou na kanalizační stoky napojeny v nejkratším možném směru kolmém na stoku, tudíž nejsou napojeny do kanalizačních šachet. Způsob napojení na kanalizaci je navržen přes obloukovou tvarovku 30°. Návrh a napojení domovních přípojek se řídí podle ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky. [40]

4.5.6 ČOV

Součástí odkanalizování obce je i čistírna odpadních vod (dále ČOV). Ta, ale není v tomto návrhu podrobně řešena. Budoucí čistírna je navržena v jihozápadní části obce na otevřené zatravněné ploše. Do čistírny jsou svedeny veškeré odpadní vody z obce Dobroslavice přitékající směrem od kanalizační šachty Š70 přes odlehčovací komoru OK4.

ČOV je navržena na 900 EO. Na přítokové kanalizaci do ČOV bude osazen lapák šterku a písku, na nátok do ČOV bude integrovaná čerpací jímka s nátokovým česlicovým košem. ČOV pak bude vzhledem k charakteru odpadních vod sestavena následovně.

- ❖ hrubé mechanické předčištění – strojní těžení šterku a písku;
- ❖ integrované mechanické předčištění;
- ❖ biologické aktivační čištění s předřazenou denitrifikací;
- ❖ separace;

- ❖ aerobní stabilizace, zahuštění a uskladnění kalu;
- ❖ měření množství čištěných odpadních vod a množství recirkulovaného kalu;
- ❖ chemické srážení fosforu. [7]

Způsob navržené technologie čištění odpadních vod splňuje legislativní požadavky pro nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování městských odpadních vod dané nařízením vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, v platném znění. [51]

4.5.7 Hydrotechnické výpočty

K výpočtům množství odpadních vod byla v této práci použita součtová metoda. Obec Dobroslavice má 757 trvale žijících obyvatel. Intenzita deště pro Opavsko je 163 l/ha. Hodnota odtokového součinitele je 0,270. Spotřeba vody byla stanovena na 100 l/os/den. Výpočty byly rozděleny do dvou kanalizačních povodí. Kanalizační povodí 1 nacházející se v severovýchodní části obce a kanalizační povodí 2 nacházející se v jihozápadní části obce. Vypočtené údaje jsou pak zahrnuty v příloze č. 12 – Hydrotechnické výpočty.

Kanalizační povodí 1

Kanalizační povodí 1 se nachází v severovýchodní části obce a má rozlohu 23,68 ha, odtokový součinitel je zde 0,270. Odpadní vody jsou z tohoto povodí gravitačně a z části i pomocí 3 výtlačných potrubí svedeny do čerpací stanice ČS4 nacházející se na rohu ulic Na výsluní a Na svobodě.

Navrhovaný průtok:

$$Q_{DES} = S_{KO} \cdot \Psi_s \cdot q_s \quad [l/s] \quad (1)$$

S_{KO} – plocha kanalizačního povodí

Ψ_s – součinitel odtoku

q_s – vydatnost (intenzita deště při určité periodicitě) [l.s/ha]

Specifický odtok:

$$q_s = \frac{\frac{\text{počet obyvatel} \cdot \text{spotřeba vody v litrech za osobu za den}}{\text{sekundy za den (86 400)}}}{\text{plocha kanalizačního povodí}} \quad (2)$$

Redukovaná plocha dílčí:

$$S_d = S_p \cdot \Psi \text{ [ha]} \quad (3)$$

S_p – plocha povodí

Ψ – odtokový součinitel

Maximální průtok:

Dešťový dílčí:

$$Q_{DEŠ} = S_p \cdot \Psi \cdot i \text{ [l/s]} \quad (4)$$

S_p – plocha povodí

Ψ – odtokový součinitel

i – intenzita deště

Splaškový dílčí:

$$Q_{SPL} = q_s \cdot S_p \text{ [l/s]} \quad (5)$$

q_s – specifický odtok

S_p – plocha povodí

Splaškový dimenzovací:

$$Q_{DM} = Q_{DEŠ} + Q_{SPLC} \text{ [l/s]} \quad (6)$$

$Q_{DEŠ}$ – dešťový dílčí

Q_{SPLC} – splaškový celkový

Kapacitní průtok:

Byl navržen pomocí hydraulických tabulek.

Lambda λ :

$$\lambda = \frac{Q_{DIM}}{Q_{KAP}} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (7)$$

Q_{DIM} – splaškový dimenzovací průtok

Q_{KAP} – kapacitní průtok

Kapa κ

Kapa κ byla vypočtena interpolací z lambdy podle hydraulických tabulek následovně. Z hydraulických tabulek bylo nejprve zapotřebí dohledat hodnoty svou hodnotou blížíci se k hledané hodnotě jak pro κ , tak pro λ . Po tomto kroku byly od sebe tyto číselné hodnoty navzájem odečteny. Tím byly splněny kroky 1 a 2 znázorněny níže. Ve třetím kroku byla od hodnoty λ 16,551 odečtena hodnota κ 15,852 příslušící určité tabulkové hodnotě hydrotechnických výpočtů. Výsledná hodnota byla dále v kroku číslo 4 vydělena výsledným rozdílem z kroku 1. Pátým krokem bylo vynásobení výsledných hodnot z kroku číslo 4 a 3. Posledním krokem číslo 6 bylo odečtení výsledku z kroku 5 od příslušné vyšší tabulkové hodnoty κ 74,05 a tím byla vypočítána výsledná hodnota κ 73,087. Níže je pak uveden čistě matematický výpočet.

Příklad výpočtu:

$$1) 16,551 - 13,712 = 2,839$$

$$2) 74,05 - 70,139 = 3,911$$

$$3) 16,551 - 15,852 = 0,699$$

$$4) 3,911 / 2,839 = 1,377$$

$$5) 1,377 \cdot 0,699 = 0,962$$

$$6) 74,05 - 0,962 = 73,087$$

Průtokové poměry ve stoce při plnění

Skutečná rychlost:

$$v_{\text{sk}} = \frac{\kappa}{100} \cdot v_{\text{kap}} \text{ [m/s]} \quad (8)$$

v_{kap} – kapacitní rychlost

κ – kapa

Skutečné plnění h:

Při výpočtu skutečného plnění bylo potřeba dle hydraulických tabulek pro kruhové stoky zjistit neznámou ze vzorce r.

$$h=r \cdot \frac{\text{DN (navržený profil) v metrech}}{2} \quad [\text{m}] \quad (9)$$

r – poloměr trouby (hydraulické tabulky)

Čas:

$$t = \frac{s}{v_{sk}} \quad [\text{s}] \quad (10)$$

s – délka úseku kanalizačního okrsku

v_{sk} – skutečná rychlost

Kanalizační povodí 2

Kanalizační povodí 2 se nachází v severozápadní a jihozápadní části obce a má rozlohu 20,70 ha, odtokový součinitel je zde 0,270. Jsou zde napojeny odpadní vody z kanalizačního povodí 1 a dále pak gravitačně sváděny až do čistírny odpadních vod.

Specifický odtok:

$$q_s = \frac{\frac{\text{počet obyvatel} \cdot \text{spotřeba vody v litrech za osobu za den}}{\text{sekundy za den (86 400)}}}{\text{plocha kanalizačního povodí}} \quad (11)$$

Ostatní výpočty byly provedeny obdobně jako u kanalizačního povodí 1. Veškeré číselné hodnoty jak z kanalizačního povodí 1, tak i z kanalizačního povodí 2 jsou přehledně tabulkově seřazeny a uvedeny v příloze č.12 – Hydrotechnické výpočty.

Návrh čerpacích stanic na stokové síti

Čerpací stanice ČS1

Výpočty byly provedeny pro všechny čerpací stanice na intenzitu směřodatného deště pro Opavu, který je 163 l/s/ha, při periodicitě 0,5 a při 15 minutovém dešti charakteristickém pro daný druh lokality.

Do čerpací stanice ČS1 jsou svedeny odpadní vody z kanalizační stoky D. Povodí stoky D má rozlohu 1,71 ha a na stoku D je napojeno 60 EO.

Povodí stoky D

$$Q = \Psi \cdot S_s \cdot q_s \quad (12)$$

Q – průtok dešťových vod

Ψ – odtokový součinitel

S_s – plocha povodí

q_s – intenzita směrodatného deště

Spláskové vody odváděné stokou D

$$Q_{24}=120 \cdot 60=7200 \text{ l/den} =300 \text{ l/h} =0,08 \text{ l/s} \quad (13)$$

Maximální hodinový průtok

Koeficient maximální hodinové nerovnoměrnosti dle ČSN 75 6101 je $k_h = 4,4$

$$Q_{Hmax}=7200 \cdot 4,4=36680 \text{ l/den} =1320 \text{ l/h} =0,36 \text{ l/s} =0,21 \text{ m}^3/\text{h} \quad (14)$$

Akumulační objem čerpací stanice ČS1

$$V=\pi r^2 \cdot v \quad (15)$$

V – akumulační objem

r – poloměr čerpací stanice (0,8 m)

v – navržená akumulační výška (1 m)

Výpočet 6ti hodinové retence v ČS1

$$6 \cdot Q_{Hmax}=6 \cdot 0,21=1,26 \text{ m}^3/\text{h} \quad (16)$$

Akumulační objem čerpací stanice ČS1 byl výpočtem stanoven na 5,024 m³. Po výpočtu 6ti hodinového přítoku na ČS1 dle Q_{Hmax} 0,36 l/s = 0,21 m³/h byl výsledek 1,26 m³/h, což znamená, že navržený akumulační objem v čerpací stanici vyhoví 6ti hodinové akumulaci.

Po shrnutí návrhu čerpací stanice vyplývá, že je navržena jako válcová monolitická prefabrikovaná šířky 1,6 metrů a celkové výšky 3 metry. Tabulka č. 1 zobrazuje ostatní navržené parametry čerpací stanice ČS1.

Tabulka č.1 Parametry navrhované čerpací stanice ČS1

Čerpací stanice	ČS1	Jednotky
čerpané médium	Odp. voda z jednotné kanalizace	-
kóta poklopu šachty	320,46	(m n.m.)
kóta přítoku (dno potrubí)	318,46	(m n.m.)
kóta připojení výtlačného potrubí	318,96	(m n.m.)
kóta vyústění konce výtlačného potrubí (koncový bod výtlačného potrubí)	321,43	(m n.m.)
hloubka dna přítoku od poklopu v šachtě	2	(m)
výška mezi přítokem a výtlačkem	0,5	(m)
kóta dna šachty	317,46	(m n.m.)
přítok na ČS Q_{hmax}	0,36 l/s = 0,21 m ³ /h	(l/s - m ³ /h)
geodetická výška H_g	7,33	(m)
délka potrubí	106	(m)
rozměr výtlačného potrubí	PE 150	
Q navrhované	7,32	(l/s)

Čerpací stanice ČS2

Do čerpací stanice ČS2 jsou svedeny odpadní vody z kanalizační stoky A. Povodí stoky A má rozlohu 11,49 ha. Na stoku A je napojeno 95 EO.

Povodí stoky A

$$Q = \Psi \cdot S_s \cdot q_s \quad (17)$$

Q – průtok dešťových vod

Ψ – odtokový součinitel

S_s – plocha povodí

q_s – intenzita směrodatného deště

Splaškové vody odváděné stokou A

$$Q_{24} = 120 \cdot 95 = 11400 \text{ l/den} = 475 \text{ l/h} = 0,13 \text{ l/s} \quad (18)$$

Maximální hodinový průtok

Koeficient maximální hodinové nerovnoměrnosti dle ČSN 75 6101 je $k_h = 4,4$

$$Q_{Hmax} = 11400 \cdot 4,4 = 50160 \text{ l/den} = 2090 \text{ l/h} = 0,58 \text{ l/s} = 2,08 \text{ m}^3/\text{h} \quad (19)$$

Akumulační objem čerpací stanice ČS2

$$V = \pi r^2 \cdot v \quad (20)$$

V – akumulační objem

r – poloměr čerpací stanice (2 m)

v – navržená akumulační výška (1,5 m)

Výpočet 6ti hodinové retence v ČS2

$$6 \cdot Q_{H_{\max}} = 6 \cdot 2,08 = 12,48 \text{ m}^3/\text{h} \quad (21)$$

Akumulační objem čerpací stanice ČS2 byl výpočtem stanoven na 18,84 m³. Po výpočtu 6ti hodinového přítoku na ČS2 dle $Q_{H_{\max}} 0,58 \text{ l/s} = 2,08 \text{ m}^3/\text{h}$ byl výsledek 12,48 m³/h, což znamená, že navržený akumulační objem v čerpací stanici vyhoví 6ti hodinové akumulaci.

ČS2 je tedy navržena stejně jako ČS1 válcová monolitická prefabrikovaná ovšem jiných rozměrů. Šířka ČS2 je 4 metry a celková výška zůstává stejná, a to 3 metry. Tabulka č.2 zobrazuje ostatní navržené parametry čerpací stanice ČS2.

Tabulka č.2 Parametry navrhované čerpací stanice ČS2

Čerpací stanice	ČS2	Jednotky
čerpané médium	Odp. voda z jednotné kanalizace	-
kóta poklopu šachty	305,4	(m n.m.)
kóta přítoku (dno potrubí)	303,92	(m n.m.)
kóta připojení výtlačného potrubí	304,42	(m n.m.)
kóta vyústění konce výtlačného potrubí (koncový bod výtlačného potrubí)	308,82	(m n.m.)
hloubka dna přítoku od poklopu v šachtě	1,48	(m)
výška mezi přítokem a výtlakem	0,5	(m)
kóta dna šachty	302,4	(m n.m.)
přítok na ČS Q_{hmax}	0,58 l/s = 2,08 m ³ /h	(l/s - m ³ /h)
geodetická výška H_g	4,4	(m)
délka potrubí	136	(m)
rozměr výtlačného potrubí	PE 150	
Q navrhované	7,32	(l/s)

Výpočet odlehčení

Pro odlehčování dešťových vod na území města Opavy, respektive obce Dobroslavice, byl stanoven ředící poměr 1:5. Ve výpočtech odlehčovacích komor OK1, OK2, OK3 a OK4 se tedy uvažuje za odlehčovací komorou poměr $Q_{spl.řed} = m \cdot Q_{spl. max} = (1 + 5) \cdot Q_{spl.max}$. [7]

$$Q_{spl.řed} = m \cdot Q_{spl.max} = (1+5) \cdot Q_{spl.max} \quad (22)$$

Odlehčovací komora OK1

- ❖ přítok dešťových vod $Q_{deště} = 505,67$ l/s
- ❖ přítok splaškových vod $Q_{spl. max.} = 0,58$ l/s
- ❖ celkový přítok $Q_{celk.} = 506,25$ l/s
- ❖ odtok na čerpací stanici $Q_{spl. řed.} = 82,95$ l/s
- ❖ odlehčení do recipientu $Q_{odl.} = 423,3$ l/s

Čerpací stanice ČS3

Do čerpací stanice ČS3 jsou svedeny odpadní vody z kanalizační stoky B a B1. Povodí stoky B má rozlohu 12,6 ha a povodí stoky B1 4,14 ha. Dohromady jsou na čerpací stanici ČS3 odváděny vody z povodí o rozloze 16,74 ha. Celkově je zde napojeno 135 EO.

Povodí stoky B a B1

$$Q = \Psi \cdot S_s \cdot q_s \quad (23)$$

Q – průtok dešťových vod

Ψ – odtokový součinitel

S_s – plocha povodí

q_s – intenzita směrodatného deště

Splaškové vody odváděné stokou B a B1

$$Q_{24} = 120 \cdot 135 = 16200 \text{ l/den} = 675 \text{ l/h} = 0,18 \text{ l/s} \quad (24)$$

Maximální hodinový průtok

Koeficient maximální hodinové nerovnoměrnosti dle ČSN 75 6101 je $k_h = 4,4$

$$Q_{H\max} = 16200 \cdot 4,4 = 71280 \text{ l/den} = 2970 \text{ l/h} = 0,82 \text{ l/s} = 2,97 \text{ m}^3/\text{h} \quad (25)$$

Akumulační objem čerpací stanice ČS3

$$V = \pi r^2 \cdot v \quad (26)$$

V – akumulační objem

r – poloměr čerpací stanice (2 m)

v – navržená akumulační výška (1,5 m)

Výpočet 6ti hodinové retence v ČS3

$$6 \cdot Q_{H\max} = 6 \cdot 2,97 = 17,82 \text{ m}^3/\text{h} \quad (27)$$

Akumulační objem čerpací stanice ČS3 byl výpočtem stanoven na 18,84 m³. Po výpočtu 6ti hodinového přítoku na ČS3 dle $Q_{H\max}$ 0,82 l/s = 2,97 m³/h byl výsledek 17,82 m³/h, což znamená, že navržený akumulační objem v čerpací stanici vyhoví 6ti hodinové akumulaci.

ČS3 je tedy navržena stejně jako ČS2 tedy jako válcová monolitická prefabrikovaná šířky 4 metry a celkové výšky 3 metry. Tabulka č. 3 zobrazuje ostatní navržené parametry čerpací stanice ČS3.

Tabulka č.3 Parametry navrhované čerpací stanice ČS3

Čerpací stanice	ČS3	Jednotky
čerpané médium	Odp. voda z jednotné kanalizace	-
kóta poklopu šachty	304,59	(m n.m.)
kóta přítoku (dno potrubí)	303,09	(m n.m.)
kóta připojení výtlačného potrubí	303,59	(m n.m.)
kóta vyústění konce výtlačného potrubí (koncový bod výtlačného potrubí)	318,51	(m n.m.)
hloubka dna přítoku od poklopu v šachtě	1,5	(m)
výška mezi přítokem a výtlakem	0,5	(m)
kóta dna šachty	301,59	(m n.m.)
přítok na ČS Q_{hmax}	0,82 l/s = 2,97 m ³ /h	(l/s - m ³ /h)
geodetická výška H_g	14,92	(m)
délka potrubí	174	(m)
rozměr výtlačného potrubí	PE 150	
Q navrhované	7,32	(l/s)

Výpočet odlehčení

Pro odlehčování dešťových vod na území města Opavy, respektive obce Dobroslavice, byl stanoven ředící poměr 1:5. Ve výpočtech se tedy uvažuje za odlehčovací komorou poměr $Q_{spl.řed} = m \cdot Q_{spl. max} = (1 + 5) \cdot Q_{spl.max}$. [7]

$$Q_{spl.řed} = m \cdot Q_{spl.max} = (1+5) \cdot Q_{spl.max} \quad (28)$$

Odlehčovací komora OK2

- ❖ přítok dešťových vod $Q_{deště} = 736,73$ l/s
- ❖ přítok splaškových vod $Q_{spl. max.} = 0,82$ l/s
- ❖ celkový přítok $Q_{celk.} = 737,55$ l/s
- ❖ odtok na čerpací stanici $Q_{spl. řed.} = 82,94$ l/s
- ❖ odlehčení do recipientu $Q_{odl.} = 654,61$ l/s

Čerpací stanice ČS4

Do čerpací stanice ČS4 jsou svedeny odpadní vody z kanalizační stoky C1 a stávající stoky C. Povodí stoky C1 má rozlohu 17,18 ha a povodí stoky C 6,5 ha. Dohromady jsou na čerpací stanici ČS4 odváděny vody z povodí o celkové rozloze 23,68 ha. Celkově je zde napojeno 335 EO.

Povodí stoky C a C1

$$Q = \Psi \cdot S_s \cdot q_s \quad (29)$$

Q – průtok dešťových vod

Ψ – odtokový součinitel

S_s – plocha povodí

q_s – intenzita směrodatného deště

Splaškové vody odváděné stokou C a C1

$$Q_{24} = 120 \cdot 335 = 40200 \text{ l/den} = 1675 \text{ l/h} = 0,46 \text{ l/s} \quad (30)$$

Maximální hodinový průtok

Koeficient maximální hodinové nerovnoměrnosti dle ČSN 75 6101 je $k_h = 4,4$

$$Q_{Hmax} = 40200 \cdot 4,4 = 176880 \text{ l/den} = 7370 \text{ l/h} = 2,04 \text{ l/s} = 7,34 \text{ m}^3/\text{h} \quad (31)$$

Akumulační objem čerpací stanice ČS4

$$V = \pi r^2 \cdot v \quad (32)$$

V – akumulační objem

r – poloměr čerpací stanice (3,5 m)

v – navržená akumulační výška (2,6 m)

Výpočet 6ti hodinové retence v ČS4

$$6 \cdot Q_{Hmax} = 6 \cdot 7,34 = 44,04 \text{ m}^3/\text{h} \quad (33)$$

Akumulační objem čerpací stanice ČS4 byl výpočtem stanoven na 57,69 m³. Po výpočtu 6ti hodinového přítoku na ČS4 dle Q_{Hmax} 2,04 l/s = 7,34 m³/h byl výsledek 44,04 m³/h, což znamená, že navržený akumulační objem v čerpací stanici vyhoví 6ti hodinové akumulaci.

ČS4 je tedy navržena stejně jako ČS3, a to válcová monolitická prefabrikovaná šířky 7 metrů a celkové výšky 2,6 metrů. Tabulka č.4 zobrazuje ostatní navržené parametry čerpací stanice ČS4.

Tabulka č.4 Parametry čerpací stanice ČS4

Čerpací stanice	ČS4	Jednotky
čerpané médium	Odp. voda z jednotné kanalizace	-
kóta poklopu šachty	306,94	(m n.m.)
kóta přítoku (dno potrubí)	305,44	(m n.m.)
kóta připojení výtlačného potrubí	305,94	(m n.m.)
kóta vyústění konce výtlačného potrubí (koncový bod výtlačného potrubí)	320,69	(m n.m.)
hloubka dna přítoku od poklopu v šachtě	1,5	(m)
výška mezi přítokem a výtlakem	0,5	(m)
kóta dna šachty	301,94	(m n.m.)
přítok na ČS Q_{hmax}	2,04 l/s = 7,34 m ³ /h	(l/s - m ³ /h)
geodetická výška H_g	15,55	(m)
délka potrubí	294	(m)
rozměr výtlačného potrubí	PE 150	
Q navrhované	7,32	(l/s)

Výpočet odlehčení

Pro odlehčování dešťových vod na území města Opavy, respektive obce Dobroslavice, byl stanoven ředící poměr 1:5. Ve výpočtech se tedy uvažuje za odlehčovací komorou poměr $Q_{spl.řed} = m \cdot Q_{spl. max} = (1 + 5) \cdot Q_{pl.max}$. [7]

$$Q_{spl.řed} = m \cdot Q_{spl.max} = (1+5) \cdot Q_{spl.max} \quad (34)$$

Odlehčovací komora OK3

- ❖ přítok dešťových vod $Q_{deště} = 1042,16$ l/s
- ❖ přítok splaškových vod $Q_{spl. max.} = 2,04$ l/s
- ❖ celkový přítok $Q_{celk.} = 1044,20$ l/s
- ❖ odtok na čerpací stanici $Q_{spl. řed.} = 108,94$ l/s
- ❖ odlehčení do recipientu $Q_{odl.} = 935,22$ l/s

4.6 Tabulkové shrnutí zvolené varianty A

Pro snadnější přehled byly vytvořeny následující tabulky. Tabulka č. 5 zobrazuje jednotlivé navržené stoky, počet kanalizačních šachet, spádišť, domovních přípojek a navrženého materiálu.

Tabulka č.5 Přehled navrhovaných stok, jejich materiálu a jednotlivých objektů

Stoka	Celková délka	Počet kan. šachet	Počet spádišť	Počet kan. přípojek	Materiál
A	607	14		24	Kamenina
A1	119	3		3	Kamenina
B	193	6		8	Kamenina
B1	165	5		3	Kamenina
C1	95	3		2	Kamenina
D	102	4		4	Kamenina
E	339	7	2	9	Kamenina
E3	389	8	4	7	Kamenina
V1	106				PE
V2	136				PE
V3	174				PE
V4	294				PE

Další tabulka č. 6 zobrazuje rozdělení jednotlivých jmenovitých průměrů DN a jejich potřebné délky. Jsou zde zahrnuty všechny mnou navrhované kanalizační stoky. Mezi tyto stoky patří stoka A, A1, B, B1, C1, D, E, E3 a výtlačné potrubí V1, V2, V3 a V4.

Tabulka č.6 Přehled rozdělení jednotlivých DN a jejich potřebná délka

DN	Délka[m]	DN	Délka[m]
250	92	700	193
400	709	800	95
500	239	1000	339
600	342		

V tabulce č.7 je zobrazen přehled rozdělení jednotlivých domovních přípojek včetně jejich potřebné délky.

Tabulka č.7 Přehled rozdělení jednotlivých domovních přípojek podle jejich potřebné délky

Přípojka	DN	Délka [m]	Přípojka	DN	Délka [m]
P1	150	22	P31	150	11
P2	150	17	P32	150	19
P3	150	14	P33	150	11
P4	150	20	P34	150	19
P5	150	14	P35	150	14
P6	150	15	P36	150	11
P7	150	22	P37	150	11
P8	150	16	P38	150	11
P9	150	11	P39	150	18
P10	150	41	P40	150	12
P11	150	8	P41	150	10
P12	150	10	P42	150	10
P13	150	10	P43	150	11
P14	150	8	P44	150	11
P15	150	10	P45	150	49
P16	150	10	P46	150	8
P17	150	10	P47	150	5
P18	150	10	P48	150	8
P19	150	9	P49	150	15
P20	150	10	P50	150	6
P21	150	10	P51	150	11
P22	150	10	P52	150	6
P23	150	9	P53	150	4
P24	150	12	P54	150	14
P25	150	14	P55	150	9
P26	150	15	P56	150	10
P27	150	15	P57	150	8
P28	150	11	P58	150	7
P29	150	18	P59	150	12
P30	150	18	P60	150	24

5 ODHAD EKONOMICKÝCH NÁKLADŮ ROZPRACOVANÉ VARIANTY ŘEŠENÍ

Tato kapitola sestává z veškerých odhadnutých ekonomických nákladů pro realizaci zvolené varianty A. Jelikož se navržená kanalizace skládá z kameninových trub různých jmenovitých světlostí DN, tlakové kanalizace, čerpacích stanic a ČOV, byly výpočty ceny rozděleny na jednotlivé průměry (DN) trub a podle potřebné délky napočítána odhadovaná celková cena.

Do výpočtu byly dále zahrnuty bourací práce stávajících nevyhovujících kanalizačních stok, uložení a zasypání nového kanalizačního potrubí spolu s osazením nových kanalizačních šachet, spádišť, napojení nových domovních přípojek, finální úpravy jak povrchů vozovek, tak zelených pásů a výstavba čerpacích stanic spolu s čistírnou odpadních vod.

5.1 Rozpočet

Pro rozpočítání ceny jednotlivých kameninových trub byl zvolen výrobce Steinzeug-Keramo, který vyrábí tyto trouby v různých provedeních. Z nabídky kameninových trub této firmy byly zvoleny trouby KeraBase s normálním zatížením a hrdlovým spojem od DN 250 po DN 600. Pro DN 600 až 1000 byly zvoleny trouby KeraBase s větším zatížením. Ceny podle jednotlivých typů zobrazuje tabulka č. 8.

Tabulka č.8 Přehled cen jednotlivých kameninových trub KeraBase [52]

DN	Délka [m]	Cena[m/kč]	Celk.cena [kč]
250	92	837	77 004
400	709	1 145	811 805
500	239	2 115	505 485
600	342	6 084	2 080 728
700	193	7 020	1 354 860
800	95	8 100	769 500
1000	339	9 200	3 118 800

Po sečtení jednotlivých položek je tedy výsledná cena za kameninové kanalizační trouby celkem 8 718 182 Kč. Spolu s ostatními náklady pro zhotovení této kameninové jednotné kanalizace, mezi které patří dodávka samotného potrubí, montáž, potřebné pažení výkopu, práce zdvihací techniky, práce dělníků, prefabrikované monolitické kanalizační

šachty, spádiště, podsypový a obsypový materiál, byla celková cena odhadnuta na 10 000 000 Kč.

V dalším kroku (tabulka č. 9) jsou pak odhadnuty ceny pro realizaci ostatních položek navrhované kanalizace, mezi které patří výtlačné potrubí, čerpací stanice, odlehčovací komory, domovní kanalizační přípojky a čistírna odpadních vod.

Tabulka č.9 Přehled cen jednotlivých položek návrhu odkanalizování obce Dobroslavice

Kanalizace tlaková	5 000 000 Kč
Kanalizace jednotná	10 000 000 Kč
Přípojky jednotné kanalizace	3 000 000 Kč
Manipulační plochy	2 000 000 Kč
Čerpací stanice na stok. síti	7 000 000 Kč
ČOV 900EO	28 000 000 Kč
Ostatní náklady	12 000 000 Kč
Celkem	55 000 000 Kč

6 ZÁVĚR

V této kapitole jsou shrnuty dosažené výsledky. Cílem této diplomové práce je navržení, zvolení a následné rozpracování nejvhodnější varianty odkanalizování obce Dobroslavice.

V první kapitole je popsána historie městského odvodnění. Uvedeny jsou objevy, postupy, konstrukce kanalizací, užívání dávných kanalizačních systémů z různých částí světa a zmínky o počátcích čištění odpadních vod.

Druhá kapitola je zaměřena na popis samotné obce Dobroslavice, jejího okolí, hydrogeologických, klimatických a vodních poměrů včetně fauny a flóry. V závěru této kapitoly je popsán stávající stav stokové sítě spolu s nevyhovujícími úseky.

Součástí třetí kapitoly jsou teoretické principy navrhování kanalizace. Jsou zde popsány stokové soustavy, systémy uspořádání gravitačních stokových sítí, tlaková kanalizace, kanalizační šachty, spádiště, kanalizační přípojky, čerpací stanice a v neposlední řadě i čistírna odpadních vod.

Čtvrtá kapitola je věnována možným návrhům řešení odkanalizování obce Dobroslavice. V této práci jsou navrženy celkem tři možnosti odkanalizování obce. Jedná se o variantu A, B a C. Jednotlivé varianty se od sebe liší především svým provedením a vedením trasy navrhované kanalizace. Jako nejvhodnější z nich je zvolena varianta A. Ostatní varianty jsou vyhodnoceny jako nevhodné, a to z důvodu složitosti svého provedení a částečně nepříznivému vedení tras stok.

Podle varianty A je tedy navržena jednotná kanalizace, tlaková kanalizace, čerpací stanice a ČOV. Čistírna odpadních vod v této práci není podrobně řešena. Jednotnou kanalizaci tvoří následující kameninové stoky. Stoka A o celkové délce 607 metrů, A1 o délce 119 metrů, B délky 193 metrů, B1 délky 165 metrů, C1 délky 95 metrů, D délky 102 metrů, E délky 339 metrů a stoka E3 délky 389 metrů.

Tlakovou kanalizaci tvoří celkem čtyři výtlačná potrubí z PE. Výtlač V1 o celkové délce 106 metrů, V2 délky 136 metrů, V3 délky 174 metrů a výtlač V4 délky 294 metrů. Jako součást tlakové kanalizace jsou navrženy celkem čtyři monolitické čerpací stanice. Čerpací stanice ČS1 s akumulacím objemem 5,02 m³, ČS2 a ČS3 o akumulacím objemu 18,84 m³ a čerpací stanice ČS4 s akumulacím objemem 57,69 m³. Součástí této

varianty je i zpracování situačních výkresů, podélných profilů, uložení kanalizačního potrubí a výkresů kanalizačních objektů v aplikaci AutoCAD, které jsou součástí příloh.

V poslední kapitole jsou odhadnuty finanční náklady pro možnou realizaci zvolené nejvhodnější varianty odkanalizování obce Dobroslavice a to varianty A. Do odhadu celkových finančních nákladů je započítána jednotná kanalizace, tlaková kanalizace, kanalizační přípojky, manipulační plochy, čerpací stanice, čistírna odpadních vod a ostatní náklady spjaté s realizací. Podle navrhované varianty A je celková cena pro realizaci odkanalizování obce Dobroslavice odhadnuta na 55 mil. Kč.

Díky tomuto návrhu odkanalizování obce Dobroslavice je zajištěno bezpečné a plynulé odvádění odpadních vod směrem k ČOV, kde by byly v budoucnu vyčištěny a navraceny přes výustní objekt do blízkého recipientu. Tato varianta by jednoznačně zlepšila stávající situaci a zamezila by vypouštění nevyčištěných odpadních vod přes výustní objekty do přilehlých vodních toků.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění: Historie stokování a čištění*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [2] Historie stokování a čištění [online]. [cit. 28.1.2020] Dostupné na internetu: http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/1_uvod.html
- [3] Obec Dobroslavice [online]. [cit. 28.1.2020] Dostupné na internetu: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Dobroslavice>
- [4] Letecký snímek obec Dobroslavice [online]. [cit. 28.1.2020] Dostupné na internetu: <https://mapy.cz/letecka?x=18.1416249&y=49.8796696&z=16&l=0>
- [5] Obec Dobroslavice [online]. [cit. 30.9.2019] Dostupné na internetu: <https://dobroslavice.cz/obecni-urad/strategicky-plan-obce/>
- [6] Dobroslavice – kanalizace a ČOV (800EO), dokumentace pro územní rozhodnutí – B. Souhrnná technická zpráva: SmVaK Ostrava a.s., 2017
- [7] Dobroslavice – kanalizace a ČOV (800EO), dokumentace pro územní rozhodnutí – A. Průvodní technická zpráva: SmVaK Ostrava a.s., 2017
- [8] Letecký snímek Obec Dobroslavice [online]. [cit. 30.9.2019] Dostupné na internetu: <https://mapy.cz/letecka?x=18.1427979&y=49.8811456&z=16&l=0>
- [9] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění: Účel odvodňovacích staveb*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [10] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění: Klasická koncepce odvodnění*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [11] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění: Moderní koncepce odvodnění*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [12] Integrovaný systém odvodnění urbanizovaného území [online]. [cit. 1.10.2019] Dostupné na internetu: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=11968
- [13] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění: Emisní strategie*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [14] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění: Imisní strategie*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [15] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění: Jednotná stoková soustava*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4.

- [16] Nařízení vlády č. 82/1999 Sb., § 3, odst. 3 stanovující ukazatele a hodnoty přípustného stupně znečištění vod.
- [17] Jednotná stoková soustava [online]. [cit. 1.10.2019] Dostupné na internetu: http://hgfl0.vsb.cz/546/VHZ2/5_soustavy_stokovych_siti.html
- [18] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění: oddílná stoková soustava*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [19] Oddílná stoková soustava [online]. [cit. 1.10.2019] Dostupné na internetu: http://hgfl0.vsb.cz/546/VHZ2/5_soustavy_stokovych_siti.html
- [20] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění: Modifikovaná stoková soustava*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [21] Modifikovaná stoková soustava [online]. [cit. 1.10.2019] Dostupné na internetu: http://hgfl0.vsb.cz/546/VHZ2/5_soustavy_stokovych_siti.html
- [22] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění: Systémy uspořádání gravitačních stokových sítí*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [23] Radiální systém [online]. [cit. 1.10.2019] Dostupné na internetu: http://hgfl0.vsb.cz/546/VHZ2/6_gravitacni_stokove_site.html
- [24] Větvný systém [online]. [cit. 1.10.2019] Dostupné na internetu: http://hgfl0.vsb.cz/546/VHZ2/6_gravitacni_stokove_site.html
- [25] Úchytný systém [online]. [cit. 1.10.2019] Dostupné na internetu: http://hgfl0.vsb.cz/546/VHZ2/6_gravitacni_stokove_site.html
- [26] Pásmový systém [online]. [cit. 1.10.2019] Dostupné na internetu: http://hgfl0.vsb.cz/546/VHZ2/6_gravitacni_stokove_site.html
- [27] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění: Způsoby dopravy odpadních vod*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [28] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění: Tlaková kanalizace*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [29] Domovní čerpací jímka [online]. [cit. 1.3.2020] Dostupné na internetu: http://hgfl0.vsb.cz/546/VHZ2/7_doprava_odpadnich_vod.html
- [31] Tlaková kanalizace [online]. [cit. 1.3.2020] Dostupné na internetu: http://hgfl0.vsb.cz/546/VHZ2/7_doprava_odpadnich_vod.html
- [32] BERÁNEK, Josef a Petr PRAX. *Navrhování tlakové kanalizace: Historie tlakové kanalizace*. Brno: NOEL 2000, c1998. ISBN 80-86020-08-8.

- [33] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění: Vstupní šachty*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [34] Vstupní šachty [online]. [cit. 1.3.2020] Dostupné na internetu: http://hgfl0.vsb.cz/546/VHZ2/9_objekty_na_stokove_siti.html
- [33] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění: Spojné šachty*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [35] Spojné šachty [online]. [cit. 1.3.2020] Dostupné na internetu: http://hgfl0.vsb.cz/546/VHZ2/9_objekty_na_stokove_siti.html
- [36] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění: Lomové šachty*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [37] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění: Spádiště*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [38] Spádiště [online]. [cit. 1.3.2020] Dostupné na internetu: http://hgfl0.vsb.cz/546/VHZ2/9_objekty_na_stokove_siti.html
- [39] KYNCL, Miroslav a Silvie HEVIÁNKOVÁ. *Udržitelné systémy veřejných vodovodů a veřejných kanalizací: Kanalizační přípojky*. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, 2014. ISBN 978-80-7414-799-9.
- [40] Česká státní norma ČSN 75 6101 – Stokové sítě a kanalizační přípojky
- [41] Česká státní norma ČSN 73 6760 – Vnitřní kanalizace
- [42] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění: Čerpací stanice*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [43] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění: Čistírna odpadních vod*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [44] Letecký snímek Obec Dobroslavice [online]. [cit. 30.9.2019] Dostupné na internetu: <https://mapy.cz/letecka?x=18.1427979&y=49.8811456&z=16&l=0>
- [45] Letecký snímek Obec Dobroslavice [online]. [cit. 30.9.2019] Dostupné na internetu: <https://mapy.cz/letecka?x=18.1427979&y=49.8811456&z=16&l=0>
- [46] Letecký snímek Obec Dobroslavice [online]. [cit. 30.9.2019] Dostupné na internetu: <https://mapy.cz/letecka?x=18.1427979&y=49.8811456&z=16&l=0>
- [47] Česká státní norma ČSN 73 3050 – Zemní práce
- [48] Technická norma vodního hospodářství TNV 75 6262 – Odlehčovací komory a separátory

[49] Wavin [online]. [cit. 28.11.2019] Dostupné na internetu: <https://www.wavin.com/cs-cz/Katalog/Kanalizace/Kanalizacni-sachty-a-vpusti/Litinove-mrize-a-poklopy/POKLOP-LIT42515T-DO-SROURY>

[50] Prefa.cz [online]. [cit. 28.11.2019] Dostupné na internetu: <https://www.prefa.cz/kanalizace/sachty/sachty-kruhove/>

[51] Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, v platném řízení.

[52] Steinyeug – keramo [online]. [cit. 7.10.2019] Dostupné na internetu: http://www.maresstanislav.cz/prices/Cenik_Steinzeug_Keramo_2017.pdf

[53] Sewer systems [online]. [cit. 12.2.2020] Dostupné na internetu: https://books.google.cz/books?id=9HfzJ7pC5hIC&pg=PA155&dq=sewer+pipes&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwjO_ObUgr7pAhVnVBUIHfUmBhIQ6AEIMjAB#v=onepage&q=sewer%20pipes&f=false

[54] Pressure sewerage [online]. [cit. 12.2.2020] Dostupné na internetu: https://books.google.cz/books?id=CbmXxHujyt8C&pg=PA78&dq=pressure%20sewerage&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwj-sKSU9L3pAhWCRBUIHa7jC40Q6AEIMzAC&fbclid=IwAR0NhqXVZ7dGGU5TCXwC Mm2jUP6tuDjAeMiIo6B_6a1VuDiT5kHpfoBobY8#v=onepage&q=pressure%20sewerage&f=false

[55] Sewage Lift stations [online]. [cit. 12.2.2020] Dostupné na internetu: https://books.google.cz/books?id=dkjLqvx2Pn0C&pg=PA159&dq=Sewage+Lift+Stations&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwj6wMyP_73pAhUConEKHSUZCNIQ6AEISzAE#v=onepage&q=Sewage%20Lift%20Stations&f=false

[56] Wastewater treatment [online]. [cit. 12.2.2020] Dostupné na internetu: https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/wastewater-treatment-water-use?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects

[57] Sewage manhole [online]. [cit. 12.2.2020] Dostupné na internetu: <https://books.google.cz/books?id=Ja28hvTxVpwC&pg=PA44&dq=sewer+manholes&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwjdifmFhb7pAhV1wuYKHcPbBtgQ6AEITjAE#v=onepage&q=sewer%20manholes&f=false>

SEZNAM ZKRATEK:

ČOV čistírna odpadních vod

ČS čerpací stanice

ČSN česká státní norma

DN jmenovitý průměr potrubí

EO ekvivalentní obyvatel

HOZ hlavní odvodňovací zařízení

OK odlehčovací komora

PE polyethylen

TNV technická norma vodního hospodářství

SEZNAM OBRÁZKŮ:

OBR. 1 LETECKÝ SNÍMEK OBCE DOBROSLAVICE [4]	13
OBR.2 LETECKÝ SNÍMEK OBCE DOBROSLAVICE S VYZNAČENÍM STÁVAJÍCÍHO STAVU KANALIZACE SPOLU S NEVHODNÝMI ÚSEKY [8]	16
OBR. 3 INTEGROVANÝ SYSTÉM ODVODNĚNÍ URBANIZOVANÉHO ÚZEMÍ [12].....	19
OBR. 4 JEDNOTNÁ STOKOVÁ SOUSTAVA [17]	21
OBR. 5 ODDÍLNÁ STOKOVÁ SOUSTAVA [19]	22
OBR. 6 MODIFIKOVANÁ SOUSTAVA [21]	24
OBR. 7 RADIÁLNÍ SYSTÉM [23]	25
OBR. 8 VĚTEVNÝ SYSTÉM [24]	25
OBR. 9 ÚCHYTNÝ SYSTÉM [25]	26
OBR. 10 PÁSMOVÝ SYSTÉM [26]	26
OBR.11 ROZDĚLENÍ OBJEMŮ DČJ [30]	29
OBR. 12 SCHÉMA TOPOLOGIE TLAKOVÉ KANALIZACE [31]	30
OBR. 13 VSTUPNÍ ŠACHTA [34]	31
OBR. 14 OBRÁZEK ZNÁZORŇUJÍCÍ SPOJNOU KOMORU VLEVO A VSTUPNÍ ŠACHTU VPRAVO [36]	32
OBR. 15 SPÁDIŠTĚ [38]	33
OBR. 16 VARIANTA A – LETECKÝ SNÍMEK OBCE DOBROSLAVICE [44]	37
OBR. 17 VARIANTA B – LETECKÝ SNÍMEK OBCE DOBROSLAVICE [45].....	38
OBR. 18 VARIANTA C – LETECKÝ SNÍMEK OBCE DOBROSLAVICE [46].....	38
OBR. 19 LITINOVÝ KANALIZAČNÍ POKLOP [49]	48
OBR. 20 ČEDIČOVÝ OBKLAD KRUHOVÉ MONOLITICKÉ ŠACHTY [50]	49

SEZNAM TABULEK:

TABULKA Č.1 PARAMETRY NAVRHOVANÉ ČERPACÍ STANICE ČS1	55
TABULKA Č.2 PARAMETRY NAVRHOVANÉ ČERPACÍ STANICE ČS2	57
TABULKA Č.3 PARAMETRY NAVRHOVANÉ ČERPACÍ STANICE ČS3	59
TABULKA Č.4 PARAMETRY ČERPACÍ STANICE ČS4	61
TABULKA Č.5 PŘEHLED NAVRHOVANÝCH STOK, JEJICH MATERIÁLU A JEDNOTLIVÝCH OBJEKTŮ	62
TABULKA Č.6 PŘEHLED ROZDĚLENÍ JEDNOTLIVÝCH DN A JEJICH POTŘEBNÁ DÉLKA	62
TABULKA Č.7 PŘEHLED ROZDĚLENÍ JEDNOTLIVÝCH DOMOVNÍCH PŘÍPOJEK PODLE JEJICH POTŘEBNÉ DÉLKY	63
TABULKA Č.8 PŘEHLED CEN JEDNOTLIVÝCH KAMENINOVÝCH TRUB KERABase [52]	64
TABULKA Č.9 PŘEHLED CEN JEDNOTLIVÝCH POLOŽEK NÁVRHU ODKANALIZOVÁNÍ OBCE DOBROSLAVICE	65

SEZNAM PŘÍLOH:

Příloha č. 1 – Původní stav kanalizace

Příloha č. 2 – Situace kanalizace, nový návrh

Příloha č. 3 – Hydrotechnická situace

Příloha č. 4 – Podélný profil stoky A, A1, B, B1, C1, D

Příloha č. 5 – Podélný profil výtlačky V1, V2, V3, V4

Příloha č. 6 – Podélný profil stoky E, E3

Příloha č. 7 – Vzorové uložení kameninového potrubí

Příloha č. 8 – Vzorové uložení výtlačky

Příloha č. 9 – Vzorové uložení kanalizační přípojky

Příloha č. 10 – Spádišťová šachta

Příloha č. 11 – Čerpací stanice

Příloha č. 12 – Hydrotechnické výpočty

Příloha č. 12 – Hydrotechnické výpočty

STOKA	OZNAČENÍ	KANALIZAČNÍ OKRES							MAX. PRŮTOK				NAVRŽENO			PRŮTOKOVÉ POMĚRY VE STOCE										LAMBDA	KAPA
		ČÍSLO KANAL. OKRSKU	PLOCHA POVODÍ	SPEC. ODTOK q _s	ODTOKOVÝ SOUČINITEL ψ	REDUK. PLOCHA		INTENZITA RED. DEŠTĚ	DÍLČÍ		CELKOVÝ		SKLON DNA	NAVRŽENÝ PROFIL	DĚLKA ÚSEKU	PŘI PLNĚNÍ				DOBA PRŮTOKU							
						DÍLČÍ	CELKOVÁ		DĚŠŤOVÝ Q _d	SPLAŠKOVÝ Q _s	SPLAŠKOVÝ	DIMENZ.				PRŮTOK Q _{kap}	RYCHLOST	PLNĚNÍ h	RYCHLOST	JEDNOTLIVÉ	CELKEM						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
D1	1	0,35	0,05	0,27	0,09	0,09	163	15,40	0,02	0,02	15,42	6	300	70	70,39	1,00	0,09	0,80	87,51	87,51	1'27"	21,910	79,990				
D1	2	0,25	0,05	0,27	0,07	0,16	163	11,00	0,01	0,03	26,46	6	300	20	70,39	1,00	0,13	0,93	21,52	109	1'49"	37,587	92,917				
D1	3	0,28	0,05	0,27	0,08	0,24	163	12,32	0,02	0,05	38,83	6	300	67	70,39	1,00	0,16	1,02	65,43	174,5	2'54"	55,161	102,396				
D1	4	0,28	0,05	0,27	0,08	0,31	163	12,32	0,02	0,06	51,21	6	300	66	70,39	1,00	0,22	1,09	60,54	235	3'45"	72,756	109,012				
D1	5	0,08	0,05	0,27	0,02	0,33	163	3,52	0,00	0,07	54,80	6	300	40	70,39	1,00	0,24	1,10	36,21	271,2	4'31"	77,853	110,469				
D	6	0,25	0,05	0,27	0,07	0,40	163	11,00	0,01	0,08	11,08	6	400	46	151,6	1,21	0,07	0,71	65,21	65,21	1'05"	7,311	58,295				
D	7	0,03	0,05	0,27	0,01	0,41	163	1,32	0,00	0,08	67,29	6	400	20	151,6	1,21	0,18	1,17	17,04	82,25	1'20"	44,384	97,008				
D	8	0,19	0,05	0,27	0,05	0,46	163	8,36	0,01	0,12	75,77	6	400	37	151,6	1,21	0,20	1,21	30,58	112,8	1'42"	49,982	99,990				
A	9	0,50	0,05	0,27	0,14	0,60	163	22,01	0,03	0,15	22,16	6	400	43	151,6	1,21	0,10	0,86	49,78	162,6	2'42"	14,615	71,382				
A	10	0,54	0,05	0,27	0,15	0,74	163	23,77	0,03	0,18	46,10	6	400	50	151,6	1,21	0,15	1,06	47,08	209,7	3'29"	30,411	87,765				
A	11	0,45	0,05	0,27	0,12	0,86	163	19,80	0,02	0,21	66,11	6	400	48	151,6	1,21	0,19	1,17	41,08	250,8	4'10"	43,610	96,568				
A	12	0,38	0,05	0,27	0,10	0,97	163	16,72	0,02	0,23	83,06	6	400	49	151,6	1,21	0,21	1,24	39,63	290,4	4'50"	54,790	102,187				
A	13	0,41	0,05	0,27	0,11	1,08	163	18,04	0,02	0,25	101,35	6	400	48	151,6	1,21	0,24	1,30	37,04	327,5	5'27"	66,856	107,086				
A	14	0,06	0,05	0,27	0,02	1,09	163	2,64	0,00	0,25	104,25	6	400	24	151,6	1,21	0,24	1,30	18,41	345,9	5'45"	68,764	107,729				
A3	15	0,76	0,05	0,27	0,21	1,30	163	33,45	0,04	0,04	33,49	6	250	73	43,29	0,88	0,17	0,97	75,18	75,18	1'15"	77,359	110,336				
A3	16	0,17	0,05	0,27	0,05	1,34	163	7,48	0,01	0,05	41,02	6	250	28	43,29	0,88	0,19	1,00	28,01	103,2	1'43"	94,758	113,600				
A	17	0,26	0,05	0,27	0,07	1,41	163	11,44	0,01	0,32	157,02	6	500	64	274,84	1,40	0,27	1,45	44,26	493,3	8'40"	57,133	103,285				
A2	18	0,54	0,05	0,27	0,15	1,56	163	23,77	0,03	0,03	23,79	6	250	140	43,29	0,88	0,13	0,90	155,6	155,6	1'35"	54,965	102,267				
A2	19	0,02	0,05	0,27	0,01	1,57	163	0,88	0,00	0,03	24,71	6	250	18	43,29	0,88	0,14	0,91	19,81	175,4	2'55"	57,069	103,257				
A	20	0,58	0,05	0,27	0,16	1,72	163	25,53	0,03	0,38	207,63	6	600	126	446,85	1,58	0,29	1,55	81,24	749,9	12'29"	46,466	98,161				
A	21	0,64	0,05	0,27	0,17	1,90	163	28,17	0,03	0,41	236,21	6	600	112	446,85	1,58	0,309	1,60	69,93	819,9	13'39"	52,861	101,363				
A	22	0,57	0,05	0,27	0,15	2,05	163	25,09	0,03	0,00	261,30	6	600	125	446,85	1,58	0,33	1,64	76,17	896	14'56"	58,475	103,871				
A	23	0,20	0,05	0,27	0,05	2,10	163	8,80	0,01	0,01	270,11	6	600	50	446,85	1,58	0,339	1,65	30,24	926,3	15'26"	60,447	104,663				
A	24	0,39	0,05	0,27	0,11	2,21	163	17,16	0,02	0,03	287,30	6	600	45	446,85	1,58	0,351	1,68	26,83	953,1	15'53"	64,295	106,151				
A	25	0,43	0,05	0,27	0,12	2,32	163	18,92	0,02	0,06	306,28	6	600	48	446,85	1,58	0,363	1,70	28,22	981,3	16'21"	68,543	107,656				
A	26	0,16	0,05	0,27	0,04	2,37	163	7,04	0,01	0,06	313,39	6	600	18	446,85	1,58	0,375	1,71	10,53	991,8	16'31"	70,133	108,184				
A	27	0,17	0,05	0,27	0,05	2,41	163	7,48	0,01	0,07	320,94	6	600	24	446,85	1,58	0,378	1,72	13,98	1006	16'46"	71,824	108,671				
A	28	0,17	0,05	0,27	0,05	2,46	163	7,48	0,01	0,08	328,51	6	600	35	446,85	1,58	0,387	1,73	20,28	1026	17'06"	73,516	109,240				
A1A	29	0,54	0,05	0,27	0,15	2,61	163	23,77	0,03	0,11	23,88	6	250	30	43,29	0,88	0,133	0,90	33,29	33,29	0'33"	55,155	102,421				
A1A	30	0,64	0,05	0,27	0,17	2,78	163	28,17	0,03	0,15	28,31	6	250	68	43,29	0,88	0,148	0,94	72,52	72,52	1'12"	65,401	106,555				
A1	31	0,75	0,05	0,27	0,20	2,98	163	33,01	0,04	0,19	85,38	6	400	112	151,6	1,21	0,216	1,25	89,93	195,7	3'15"	56,321	102,930				
A1	32	0,06	0,05	0,27	0,02	3,00	163	2,64	0,00	0,00	88,03	6	400	27	151,6	1,21	0,216	1,25	21,52	217,3	3'47"	58,065	103,692				
A1	33	0,26	0,05	0,27	0,07	3,07	163	11,44	0,01	0,01	99,48	6	400	47	151,6	1,21	0,236	1,29	36,43	253,7	4'13"	65,622	106,635				
A1	34	0,13	0,05	0,27	0,04	3,10	163	5,72	0,01	0,02	105,23	6	400	49	151,6	1,21	0,244	1,31	37,52	291,2	4'51"	69,412	107,945				
ČS1											433,74																
B	35	0,13	0,05	0,27	0,04	3,14	163	5,72	0,01	0,22	439,68	6	700	34	673,9	1,75	0,41	1,86	18,24	18,24	0'18"	65,243	106,497				
B	36	0,21	0,05	0,27	0,06	3,19	163	9,24	0,01	0,23	449,15	6	700	35	673,9	1,75	0,42	1,87	18,69	36,93	0'36"	66,649	107,010				
B	37	0,27	0,05	0,27	0,07	3,27	163	11,88	0,01	0,24	461,27	6	700	45	673,9	1,75	0,431	1,88	23,89	60,83	1'08"	68,448	107,624				
B	38	0,23	0,05	0,27	0,06	3,33	163	10,12	0,01	0,26	471,65	6	700	39	673,9	1,75	0,434	1,89	20,61	81,43	1'21"	69,988	108,140				
B	39	0,22	0,05	0,27	0,06	3,39	163	9,68	0,01	0,27	481,60	6	700	43	673,9	1,75	0,438	1,90	22,63	104,1	1'44"	71,465	108,558				
B1A	40	0,62	0,05	0,27	0,17	3,56	163	27,29	0,03	0,30	27,59	6	250	97	43,29	0,88	0,145	0,93	104	104	1'44"	63,727	105,944				
B1C	41	0,90	0,05	0,27	0,24	3,80	163	39,61	0,05	0,05	39,66	6	250	113	43,29	0,88	0,188	1,00	113,4	113,4	1'53"	91,609	113,249				
B1B	42	0,91	0,05	0,27	0,25	4,04	163	40,05	0,05	0,05	40,10	6	300	72	70,39	1,00	0,161	1,03	69,76	69,76	1'09"	56,966	103,212				
B1B	43	0,36	0,05	0,27	0,10	4,14	163	15,84	0,02	0,02	55,96	6	300	62	70,39	1,00	0,201	1,11	55,9	125,7	2'05"	79,502	110,910				
B1A	44	0,31	0,05	0,27	0,08	4,23	163	13,64	0,02	0,04	136,89	7	400	53	163,75	1,30	0,278	1,45	36,46	379,6	6'19"	83,594	111,813				
B1A	45	0,32	0,05	0,27	0,09	4,31	163	14,08	0,02	0,15	151,12	7	400	58	163,75	1,30	0,324	1,47	39,35	418,9	6'58"	92,287	113,395				
B1	46	0																									

Bc. Jakub Lopušný: Návrh odkanalizování obce Dobroslavice

E	66	0,35	0,04	0,27	0,09	6,49	163	15,40	0,01	0,88	993,88	6	800	84	961,91	1,91	0,616	2,169	38,73	38,73	0'38"	103,324	113,555
E5	67	0,72	0,04	0,27	0,19	6,68	163	31,69	0,03	0,03	31,72	6	500	116	274,84	1,40	0,293	0,929	124,8	124,8	2'04"	11,540	66,389
E5	68	0,93	0,04	0,27	0,25	6,93	163	40,93	0,04	0,07	72,72	6	500	94	274,84	1,40	0,353	1,18	79,63	204,4	3'24"	26,458	84,321
E5	69	0,38	0,04	0,27	0,10	7,04	163	16,72	0,02	0,09	89,53	6	400	28	274,84	1,40	0,195	1,457	19,21	223,6	3'53"	32,574	104,105
E5	70	0,66	0,04	0,27	0,18	7,21	163	29,05	0,03	0,11	118,68	6	400	75	274,84	1,40	0,314	1,349	55,62	279,3	4'39"	43,183	96,325
E	71	0,13	0,04	0,27	0,04	7,25	163	5,72	0,01	1,00	1119,29	6	1000	50	1743,1	2,22	0,585	2,356	21,22	59,95	0'59"	64,213	106,121
E	72	0,19	0,04	0,27	0,05	7,30	163	8,36	0,01	1,01	1128,66	6	1000	50	1743,1	2,22	0,59	2,36	21,18	81,14	1'21"	64,750	106,317
E	73	0,17	0,04	0,27	0,05	7,35	163	7,48	0,01	1,02	1137,16	6	1000	27	1743,1	2,22	0,59	2,364	11,42	92,56	1'32"	65,238	106,495
E	74	0,32	0,04	0,27	0,09	7,43	163	14,08	0,01	1,03	1152,27	6	1000	47	1743,1	2,22	0,585	2,371	19,82	112,4	1'52"	66,105	106,812
E4	75	0,95	0,04	0,27	0,26	7,69	163	41,81	0,04	0,04	41,85	6	500	64	274,84	1,40	0,13	1,011	63,3	63,3	1'03"	15,227	72,221
E4	76	0,79	0,04	0,27	0,21	7,90	163	34,77	0,03	0,07	76,69	6	500	50	274,84	1,40	0,178	1,2	41,67	105	1'45"	27,904	85,7
E4	77	0,87	0,04	0,27	0,23	8,14	163	38,29	0,04	0,11	115,09	6	500	63	274,84	1,40	0,225	1,337	47,13	152,1	2'32"	41,875	95,476
E4	78	0,73	0,04	0,27	0,20	8,33	163	32,13	0,03	0,14	147,36	6	500	51	274,84	1,40	0,255	1,424	35,81	187,9	3'07"	53,615	101,722
E4	79	0,39	0,04	0,27	0,11	8,44	163	17,16	0,02	0,16	164,68	6	500	39	274,84	1,40	0,285	1,462	26,67	214,6	3'34"	59,917	104,451
E4	80	0,11	0,04	0,27	0,03	8,47	163	4,84	0,00	0,16	169,68	6	500	9	274,84	1,40	0,288	1,472	6,112	220,7	3'40"	61,737	105,178
E	81	0,12	0,04	0,27	0,03	8,50	163	5,28	0,01	1,20	1328,43	6	1000	33	1743,1	2,22	0,67	2,443	13,51	125,9	2'05"	76,211	110,028
E	82	0,30	0,04	0,27	0,08	8,58	163	13,20	0,01	1,21	1342,84	6	1000	59	1743,1	2,22	0,655	2,448	24,11	150	2'30"	77,038	110,25
E	83	0,10	0,04	0,27	0,03	8,61	163	4,40	0,00	1,21	1348,46	6	1000	26	1743,1	2,22	0,66	2,449	10,61	160,6	2'40"	77,360	110,336
E	84	0,18	0,04	0,27	0,05	8,66	163	7,92	0,01	1,22	1357,60	6	1000	44	1743,1	2,22	0,66	2,453	17,94	178,5	2'58"	77,884	110,477
E	85	0,11	0,04	0,27	0,03	8,69	163	4,84	0,00	1,23	1363,67	6	1000	39	1743,1	2,22	0,665	2,455	15,89	194,4	3'14"	78,232	110,57
E3	86	0,36	0,04	0,27	0,10	8,79	163	15,84	0,02	0,02	15,86	6	250	33	90,11	0,84	0,163	1,386	23,82	23,82	0'23"	17,599	75,302
E3	87	0,16	0,04	0,27	0,04	8,83	163	7,04	0,01	0,02	22,92	6	250	18	43,29	0,88	0,128	0,892	20,17	43,99	0'43"	52,950	101,405
E3	88	0,38	0,04	0,27	0,10	8,93	163	16,72	0,02	0,04	39,68	6	250	43	43,29	0,88	0,188	0,997	43,14	87,13	1'27"	91,670	113,257
E3	89	0,41	0,04	0,27	0,11	9,04	163	18,04	0,02	0,06	57,78	6	400	44	151,6	1,21	0,172	1,128	39	126,1	2'06"	38,115	93,248
E3	90	0,12	0,04	0,27	0,03	9,07	163	5,28	0,01	0,06	63,12	6	400	17	151,6	1,21	0,18	1,154	14,74	140,9	2'20"	41,639	95,335
E3	91	0,29	0,04	0,27	0,08	9,15	163	12,76	0,01	0,07	75,96	6	400	40	151,6	1,21	0,198	1,21	33,07	173,9	2'53"	50,105	99,959
E3	92	0,25	0,04	0,27	0,07	9,22	163	11,00	0,01	0,08	87,04	6	400	30	151,6	1,21	0,22	1,251	23,98	197,9	3'17"	57,417	103,409
E3	93	0,26	0,04	0,27	0,07	9,29	163	11,44	0,01	0,09	98,58	6	400	28	151,6	1,21	0,232	1,288	21,74	219,7	3'29"	65,027	106,418
E3	94	0,29	0,04	0,27	0,08	9,37	163	12,76	0,01	0,11	111,45	6	400	28	151,6	1,21	0,258	1,322	21,18	240,8	4'00"	73,516	109,24
E3	95	0,51	0,04	0,27	0,14	9,51	163	22,45	0,02	0,13	134,02	6	400	39	151,6	1,21	0,292	1,365	28,57	269,4	4'29"	88,405	112,812
E3	96	0,34	0,04	0,27	0,09	9,60	163	14,96	0,01	0,14	149,13	6	500	25	274,84	1,25	0,13	1,05	23,82	293,2	4'53"	54,260	83,972
E3	97	0,21	0,04	0,27	0,06	9,66	163	9,24	0,01	0,15	158,52	6	500	50	274,84	1,25	0,136	1,116	44,8	338	5'38"	57,677	89,277
E	98	0,16	0,04	0,27	0,04	9,70	163	7,04	0,01	1,38	1530,61	6	1000	50	1743,1	2,22	0,735	2,501	19,99	214,4	3'34"	87,810	112,651
E	99	0,25	0,04	0,27	0,07	9,77	163	11,00	0,01	1,39	1543,01	6	1000	45	1743,1	2,22	0,725	2,504	17,97	232,4	3'52"	88,521	112,781
E	100	0,14	0,04	0,27	0,04	9,80	163	6,16	0,01	1,40	1550,57	6	1000	29	1743,1	2,22	0,735	2,505	11,57	244	4'04"	88,955	112,86
E	101	0,16	0,04	0,27	0,04	9,85	163	7,04	0,01	1,41	1559,02	6	1000	33	1743,1	2,22	0,725	2,5	13,2	257,2	4'17"	89,439	112,627
E	102	0,13	0,04	0,27	0,04	9,88	163	5,72	0,01	1,41	1566,15	6	1000	33	1743,1	2,22	0,73	2,504	13,18	270,4	4'30"	89,848	112,78
E	103	0,09	0,04	0,27	0,02	9,91	163	3,96	0,00	1,42	1571,52	6	1000	43	1743,1	2,22	0,735	2,506	17,16	287,5	4'47"	90,157	112,896
E	104	0,13	0,04	0,27	0,04	9,94	163	5,72	0,01	1,42	1578,67	6	1000	41	1743,1	2,22	0,75	2,51	16,34	303,9	6'03"	90,567	113,049
E2	105	0,39	0,04	0,27	0,11	10,05	163	17,16	0,02	0,02	17,18	6	250	52	43,29	0,88	0,11	0,829	62,71	62,71	1'02"	39,686	94,227
E2	106	0,57	0,04	0,27	0,15	10,20	163	25,09	0,02	0,04	42,31	6	250	87	43,29	0,88	0,206	1,002	86,85	149,6	2'29"	97,728	113,829
E2-D	107	0,02	0,04	0,27	0,01	10,21	163	0,88	0,00	0,00	0,88	6	300	9	70,39	1,00	0,119	0,327	27,54	27,54	0'27"	1,252	32,685
E2-D	108	0,01	0,04	0,27	0,00	10,21	163	0,44	0,00	0,00	1,32	6	300	8	70,39	1,00	0,027	0,39	20,53	48,07	0'48"	1,879	38,964
E2-D	109	0,05	0,04	0,27	0,01	10,22	163	2,20	0,00	0,00	3,53	6	300	47	70,39	1,00	0,045	0,522	90,09	138,2	2'18"	5,010	52,168
E2-D	110	0,05	0,04	0,27	0,01	10,23	163	2,20	0,00	0,05	48,08	6	300	28	70,39	1,00	0,183	1,075	26,05	164,2	2'44"	68,304	107,472
E2-C	111	0,67	0,04	0,27	0,18	10,41	163	29,49	0,03	0,03	29,51	6	300	81	70,39	1,00	0,135	0,955	84,81	84,81	1'24"	41,930	95,509
B2-C	112	0,23	0,04	0,27	0,06	10,48	163	10,12	0,01	0,04	39,67	6	300	30	70,39	1,00	0,164	1,029	29,14	113,9	1'53"	56,364	102,949
B2-C	113	0,17	0,04	0,27	0,05	10,52	163	7,48	0,01	0,04	47,20	6	300	25	70,39	1,00	0,18	1,071	23,34	137,3	2'17"	67,057	107,091
B2-C	114	0,30	0,04	0,27	0,08	10,60	163	13,20	0,01	0,06	60,46	6	300	68	70,39	1,00	0,215	1,123	60,53	197,8	3'32"	85,896	112,342
B2-C	115	0,59	0,04	0,27	0,16	10,76	163	25,97	0,02	0,08	86,51	6	400	72	151,6	1,21	0,22	1,249	57,63	255,5	4'15"	57,065	103,255
B2-B	116	0,49	0,04	0,27	0,13	10,89	163	21,56	0,02	0,02	21,59	6	400	196	151,6	1,21	0,1	0,857	228,6	228,6	3'48"	14,238	70,863
B2-B	117	0,01	0,04	0,27	0,00	10,90	163	0,44	0,00	0,02	22,05	6	400	19	151,6	1,21	0,25	1,313	14,47	243,1	4'03"	14,543	108,5
B2-B	118	0,47	0,04	0,27	0,13	11,02	163	20,68	0,02	0,04	42,77	6	400	102	151,6	1,21	0,14	1,04	98,07	341,1	5'41"	28,214	85,96
B2-B	119	0,17	0,04	0,27	0,05	11,07	163	7,48	0,01	0,13	136,89	6	400	53	151,6	1,21	0,3	1,369	38,72	379,8	6'29"	90,300	113,122
E2	120	0,04	0,04	0,27	0,01	11,08	163	1,76	0,00	0,18	273,42	7	500	25	296,86	1,51	0,375	1,712	14,61	164,2	2'44"	92,105	113,352
E2	121	0,29	0,04	0,27	0,08	11,16	163	12,76	0,01	0,19	286,37	7	500										